

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-275059

(43)Date of publication of application : 13.10.1998

(51)Int.Cl.

G06F 3/06
G06F 3/06
G06F 13/10
G11B 20/10

(21)Application number : 09-081647

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 31.03.1997

(72)Inventor : ITO YUKIKO
TAMAI MASARO
TANAKA TSUTOMU
DOI SHINZO

(30)Priority

Priority number : 08109183 Priority date : 30.04.1996 Priority country : JP
09 15239 29.01.1997

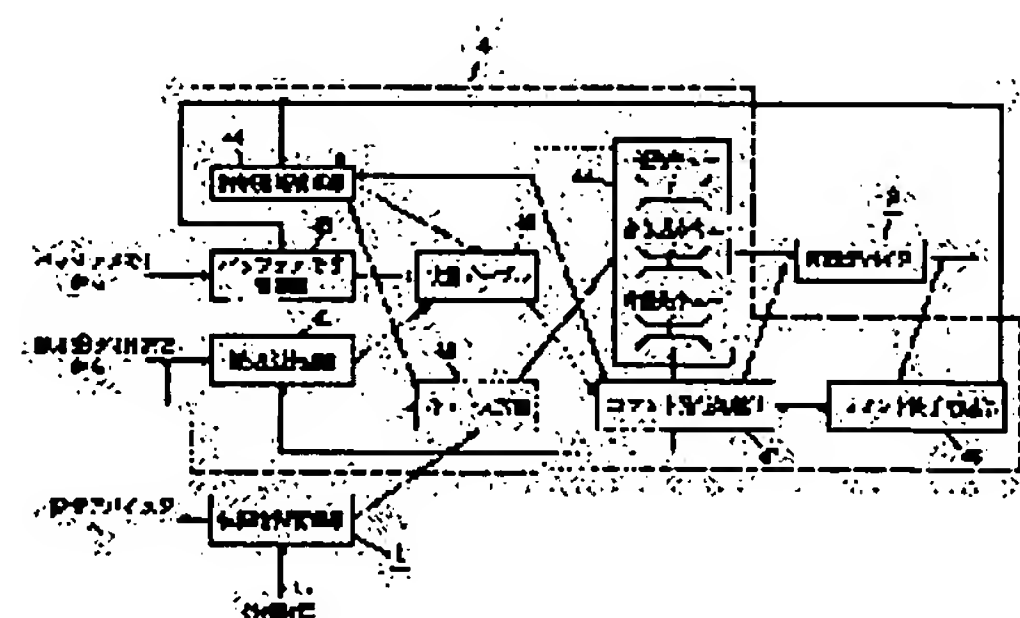
JP

(54) STORAGE DEVICE CONTROLLER AND MANAGEMENT SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the storage device controller which can efficiently read data which should be real-time out of a storage device and efficiently write them in a storage device.

SOLUTION: A queue input part 42 sets an arrival top-priority request so that all of requests which are already stored in a priority queue meet a permissible delay value and the arrival request is processed after other top-priority requests which are already stored, and also connects an arrival priority to the priority queue so that access positions are successive. The queue input part 42 connects a write request and a non-priority request sequentially to a write queue and a non-priority queue. A command issuing process part 47 selects one of the three queues according to a state number held in a state table 46 and



THIS PAGE BLANK (USPTO)

outputs a read request or write request as a command from the selected queue.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.10.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] A. B.

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

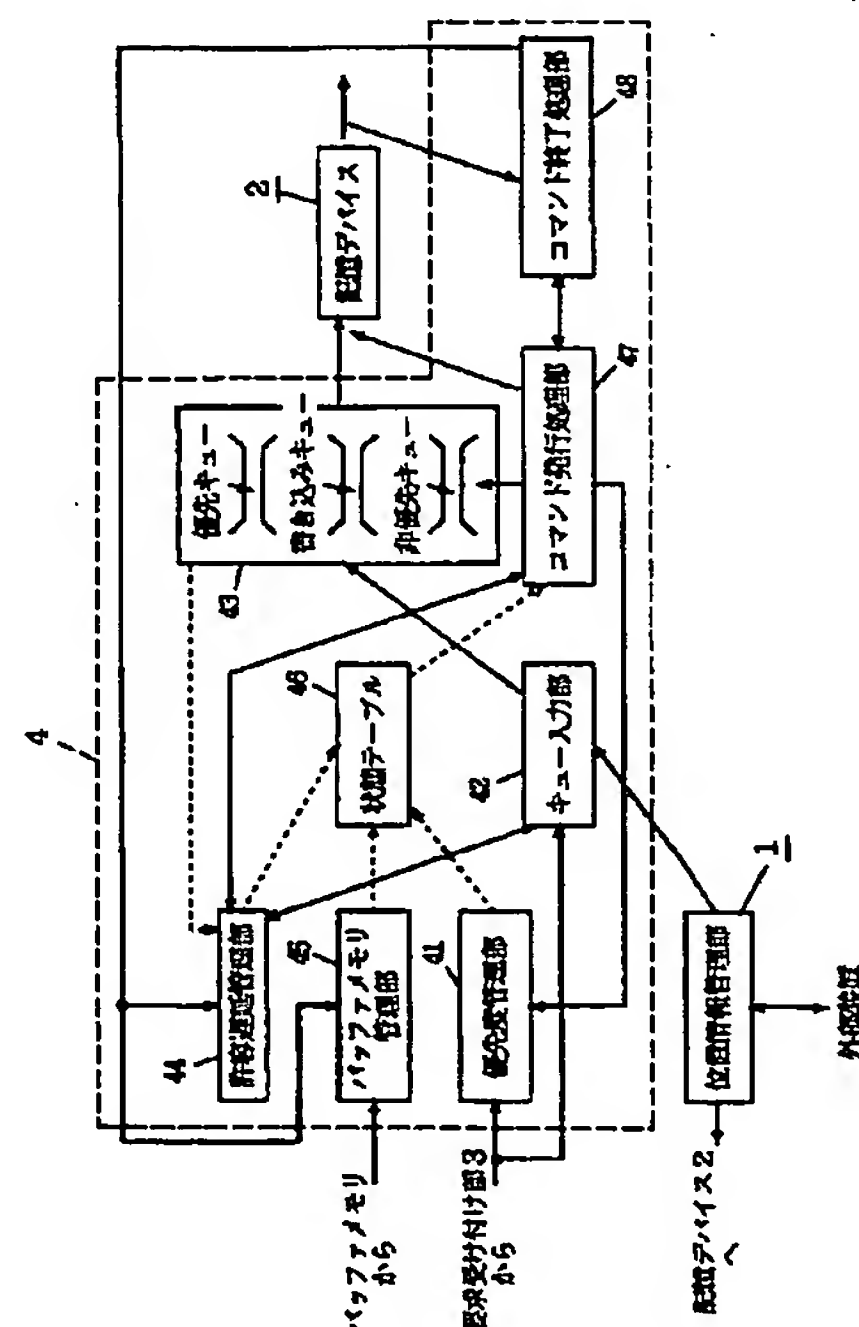
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)10月13日



【特許請求の範囲】

【請求項1】 外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、

前記データは、予め定められたサイズを持つ単位ブロックに分割されており、

各前記読み出し要求は、自身が到着した時刻から、前記読み出しが終了していなければならない時間を示す遅延限界値を含んでおり、

前記記憶デバイスが持つ空き領域から、所定個数の単位ブロックを連続的に書き込みうる1つ又は複数の連続空き領域を、前記記憶デバイスに書き込むべきデータに相当する分選択する選択手段と、

前記書き込み要求を書き込みコマンドとして出力する書き込みコマンド出力手段と、

外部から連続的に到着する読み出し要求を、読み出しコマンドとして出力する順序を決める順序決定手段と、

前記順序決定手段によって決められる順序に従って、読み出しコマンドを出力する読み出しコマンド出力手段とを備え、

前記書き込みコマンド出力手段が、前記書き込みコマンドを出力することによって、前記選択手段により選択された連続空き領域に、前記記憶デバイスに書き込むべきデータが書き込まれることと、

前記順序決定手段は、外部から連続的に到着する読み出し要求それぞれの処理順序を、各前記遅延限界値を越えず、なおかつ先着順で読み出しコマンドを出力すると仮定した場合の読み出し時間よりも短くなるように、決定することとを特徴とする、記憶デバイス制御装置。

【請求項2】 前記選択手段は、前記連続空き領域をランダムに選択することを特徴とする、請求項1に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項3】 p 個の記憶デバイス d_1, d_2, \dots, d_p が接続されており、

前記選択手段は、前記連続空き領域を、 m 個 (m は、 $1 \leq m \leq p$ を満たす整数) の記憶デバイスが持つ空き領域から選択するものとし、さらに、

記憶デバイス d_i (i は、 $1 \leq i \leq m$ を満たす整数) から選択される連続空き領域を、 $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}$ (n は、2以上の整数) とするとき、

前記書き込みコマンド出力手段は、前記データを構成する単位ブロックを、 $a_{11}, a_{21}, \dots, a_{m1}, a_{12}, a_{22}, \dots, a_{m2}, \dots, a_{1n}, a_{2n}, \dots, a_{mn}$ の順序に従って書き込むように、前記書き込みコマンドを出力する、請求項1に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項4】 前記選択手段は、前記連続空き領域を、1つの記憶デバイスが持つ空き領域から選択することを特徴とする、請求項1に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項5】 前記遅延限界値は、予め定められた値と

して内部に格納されている、請求項1に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項6】 前記遅延限界値は、前記読み出し要求に含まれているパラメータである、請求項1に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項7】 前記記憶デバイスにおいて、各前記単位ブロックが格納される位置を管理する位置ファイル管理手段をさらに備え、

前記順序決定手段は、

10 前記読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する読み出しキューを有しており、当該読み出し要求に従って読み出される単位ブロックの記録位置を管理するキュー管理手段と、

入力した読み出し要求を、前記読み出しキューにおいて付加する位置を決める位置決定手段と、

前記読み出しに要すると見積もられる時間である処理見積り時間と、当該読み出し処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該読み出し処理が終了して

20 いなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段とを含み、

前記位置決定手段は、

外部から新たに到着した読み出し要求に従って読み出される単位ブロックの記録位置（以下、第1記録位置と称する）を、前記位置ファイル管理手段から抽出し、

前記読み出しキューに既に保持されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックの記録位置（以下、第2記録位置と称する）を、前記キュー管理手段から抽出し、

30 前記第1記録位置と前記第2記録位置とに基づいて、前記新たに到着した読み出し要求を、前記読み出しキューにおいて付加する位置を仮決めし、

前記許容遅延情報算出／管理手段は、

前記仮決め位置に付加されている新たに到着した読み出し要求について、処理見積り時間を算出し、さらに、前記新たに到着した読み出し要求についての処理見積り時間と、前記仮決め位置に付加されている読み出し要求よりも後ろに付加されている各読み出し要求の許容遅延値との大小関係を比較し、

40 前記位置決定手段は、前記許容遅延情報算出／管理手段によって、すべての許容遅延値が前記処理見積り時間よりも大きいと判断されると、前記仮決めの位置を、前記新たに到着した要求が付加される位置と最終的に決定する、請求項1に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項8】 前記記憶デバイスは、前記単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、

前記処理見積り時間は、

前記読み出しキューにおいて、対象となる読み出し要求及びその直前に付加されている読み出し要求に従って読

み出される単位ブロックそれぞれが格納されているトラック位置間を、前記記憶デバイスのヘッドが移動するための時間であるシーク時間と、
前記対象となる読み出し要求に従って読み出される単位ブロックをディスクから転送するための時間である転送時間と、
予め定められたオーバヘッド時間及び回転待ち時間とに基づいて算出される、請求項7に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項9】 前記ディスクのトラックにはトラック番号が付されており、
前記位置ファイル管理手段及びキュー管理手段は、単位ブロックが格納されている位置に対応するトラック番号を管理しており、
前記シーク時間は、前記トラック番号に基づいて算出される、請求項8に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項10】 前記記憶デバイスは、前記単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、
前記処理見送り時間は、
前記読み出しキューにおいて、対象となる読み出し要求及びその直前に付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックそれぞれが格納されているシリンダ位置間を、前記記憶デバイスのヘッドが移動するための時間であるシーク時間と、
前記対象となる読み出し要求に従って読み出される単位ブロックをディスクから転送するための時間である転送時間と、
予め定められたオーバヘッド時間及び回転待ち時間とに基づいて算出される、請求項7に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項11】 前記ディスクのシリンダには、シリンダ番号が付されており、
前記位置ファイル管理手段及びキュー管理手段は、単位ブロックの記録位置に対応するシリンダ番号を管理しており、
前記シーク時間は、前記シリンダ番号に基づいて算出される、請求項10に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項12】 前記転送時間は、読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されている位置における記録密度と、前記ディスクの回転速度とに基づいて算出される、請求項10に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項13】 前記オーバヘッド時間は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを、複数回連続的に前記記憶デバイスから読み出したときに要する時間の実測平均値から、前記平均シーク時間、平均回転待ち時間及び平均データ転送時間を減算して求められる、請求項8に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項14】 前記回転待ち時間は、前記ディスクの平均回転待ち時間である、請求項8に記載の記憶デバ

ス制御装置。

【請求項15】 前記処理見送り時間は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを、複数回連続的に前記記憶デバイスから読み出して得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる時間を用いる、請求項7に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項16】 前記記憶デバイスは、前記単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、
前記ディスクには、その最内周から最外周へとトラック番号が昇順又は降順に付されており、
前記位置ファイル管理手段は、前記単位ブロックが格納されている位置に対応するトラック番号を含む位置ファイルを管理し、
前記キュー管理手段は、前記読み出しキューに付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているトラック番号を管理し、
前記位置決定手段は、
外部から新たに到着した読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているトラック番号（以下、「第1のトラック番号」という）を、前記位置ファイル管理手段から抽出し、
前記読み出しキューに既につながれている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているトラック番号（以下、「第2のトラック番号」という）を、前記キュー管理手段から抽出し、
前記第1のトラック番号と前記第2のトラック番号とが昇順又は降順の関係にある位置を前記仮決め位置として、前記新たに到着した読み出し要求を付加することを特徴とする、請求項7に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項17】 前記記憶デバイスは、前記単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、
前記ディスクには、その最内周から最外周へとシリンダ番号が昇順又は降順に付されており、
前記位置ファイル管理手段は、前記単位ブロックが格納されている位置に対応するシリンダ番号を含む位置ファイルを管理し、
前記キュー管理手段は、前記読み出しキューに付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているシリンダ番号を管理し、
前記位置決定手段は、
外部から新たに到着した読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているシリンダ番号（以下、「第1のシリンダ番号」という）を、前記位置ファイル管理手段から抽出し、
前記読み出しキューに既につながれている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているシリンダ番号（以下、「第2のシリンダ番号」という）を、前記キュー管理手段から抽出し、
前記第1のシリンダ番号と前記第2のシリンダ番号とが昇順又は降順の関係にある位置を前記仮決め位置とし

て、前記新たに到着した読み出し要求を付加することを特徴とする、請求項7に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項18】 前記記憶デバイスが実行した読み出しの終了時刻を受け取り、当該終了時刻を前記許容遅延情報算出／管理手段に通知するコマンド終了処理手段をさらに備え、

前記許容遅延情報算出／管理手段は、前記コマンド終了処理手段によって通知された終了時刻と、内部で管理する前記読み出し要求の終了予定時刻とが異なる場合には、当該終了時刻と当該終了予定時刻との差分の時間を算出し、

算出した差分の時間に基づいて、前記読み出しキュー内に格納されている読み出し要求の終了予定時刻及び許容遅延値を更新する、請求項7に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項19】 外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、

前記読み出し要求は、当該読み出し要求が入力してから読み出し処理が終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、

前記書き込み要求を書き込みコマンドとして、前記記憶デバイスに出力する書き込みコマンド出力手段を備え、前記書き込みコマンド出力手段は、各前記読み出し要求が含む遅延限界値を越えない範囲で、前記データの書き込みが実行されるよう前記書き込みコマンドを出力する、記憶デバイス制御装置。

【請求項20】 前記読み出し及び書き込みに要すると見積もられる時間である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該読み出し終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段をさらに備え、

前記書き込みコマンド出力手段は、前記許容遅延値が前記書き込み要求の処理見積り時間よりも大きい場合、前記書き込みコマンドを出力し、

前記許容遅延情報算出／管理手段は、書き込みコマンドが出力されると、前記読み出し要求それぞれの許容遅延値から、前記書き込み要求の処理見積り時間を減算することを特徴とする、請求項19に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項21】 前記書き込み要求の処理見積り時間は、前記書き込み要求に従って書き込まれるデータと同一サイズを有するデータを、複数回連続して前記記憶デバイスに書き込んで得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる処理時間である、請求項20に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項22】 前記記憶デバイスが実行した書き込みの現実の終了時刻を受け取り、当該現実の終了時刻を前記許容遅延情報算出／管理手段に通知するコマンド終了処理手段をさらに備え、

前記許容遅延情報算出／管理手段は、前記現実の終了時刻に基づいて算出される時間であって、書き込みに現実に必要な処理時間と、前記書き込み要求が持つ処理見積り時間とが異なる場合には、当該処理時間と当該処理見積り時間との差分の時間を算出し、算出した差分の時間に基づいて、各前記読み出し要求の許容遅延値を更新する、請求項21に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項23】 前記遅延限界値は、予め定められた値として内部に格納されている、請求項19に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項24】 前記遅延限界値は、読み出し要求に含まれているパラメータである、請求項19に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項25】 外部から連続的に到着する書き込み要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込みを制御する記憶デバイス制御装置であって、前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、前記書き込み要求を書き込みコマンドとして、前記記憶デバイスに出力する書き込みコマンド出力手段とを備え、

前記書き込みコマンド出力手段は、バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上であると判断された場合には、書き込みコマンドを出力し、これによって、前記バッファメモリに一時的に格納されているデータが、前記記憶デバイスに書き込まれる、記憶デバイス制御装置。

【請求項26】 外部から連続的に到着する書き込み要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込みを制御する記憶デバイス制御装置であって、各前記書き込み要求は、自身が到着した時刻から、前記書き込みが終了していなければならない時間の最大値を示す遅延限界値を含んでおり、

前記書き込み要求を書き込みコマンドとして、前記記憶デバイスに出力する書き込みコマンド出力手段を備え、前記書き込みコマンド出力手段は、前記書き込み要求が到着してから前記遅延限界値を経過すると、書き込みコマンドを出力する、記憶デバイス制御装置。

【請求項27】 前記遅延限界値は、予め定められた値として内部に格納されている、請求項26に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項28】 前記遅延限界値は、書き込み要求に含まれているパラメータである、請求項26に記載の記憶

デバイス制御装置。

【請求項29】 外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、

各前記読み出し要求は、第1又は第2の優先度情報を含み、

少なくとも、前記第2の優先度情報を含む読み出し要求は、当該読み出し要求が到着してから前記読み出しが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、前記読み出し要求を読み出しコマンドとして、前記記憶デバイスに出力する読み出しコマンド出力手段とを備え、

前記読み出しコマンド出力手段は、前記第1の優先度情報を含む読み出し要求を、既に到着している第2の優先度情報を含む読み出し要求の遅延限界値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力することを特徴とする、記憶デバイス制御装置。

【請求項30】 前記データは、所定のデータサイズを有する単位ブロックに分割されており、

前記記憶デバイスの空き領域から、単位ブロックを所定個数記憶しうる連続空き領域が、前記データが必要とする数だけ選択され、

選択された連続空き領域は、前記データが記録される位置を特定するための位置ファイルとして前記記憶デバイスに格納されており、

前記位置ファイルを前記記憶デバイスから読み出すための読み出し要求には、前記第1の優先度情報が含まれている、請求項29に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項31】 前記第1の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で保持する第1の読み出しキューと、

前記第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で保持する第2の読み出しキューと、

各前記読み出し要求に従って実行される読み出しに要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該読み出しが終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該読み出しが終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段とをさらに備え、

前記読み出しコマンド出力手段は、前記第1の読み出しキューに保持される読み出し要求の処理見積り時間が、前記第2の読み出しキューに保持される読み出し要求すべての許容遅延値よりも小さい場合には、当該第1の読み出しキューが保持する待ち行列の先頭位置に保持されている読み出し要求を、読み出しコマンドとして出力することを特徴とする、請求項29に記載の記憶デバイス

制御装置。

【請求項32】 前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で保持する読み出しキューと、

外部から新たに到着した読み出し要求を、前記読み出しキューにおいて、所定の位置に付加することを決定する位置決定手段と、

前記読み出しキューに保持されている各読み出し要求に従って実行される読み出しに要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該読み出し処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該読み出しが終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段とをさらに備え、

前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、既に読み出しキューに保持されており、第2の優先度情報を含む読み出し要求の遅延限界値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、前記待ち行列に付加し、

前記読み出しコマンド出力手段は、前記読み出しキューが保持する待ち行列の先頭から順番に、読み出し要求を読み出しコマンドとして出力する、請求項29に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項33】 前記位置決定手段は、前記第1の優先度情報を含む読み出し要求が新たに到着すると、前記読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾の最も近くに位置する第2の優先度情報を含む読み出し要求を、サンプル要求とし、

許容遅延情報算出／管理手段は、前記読み出しキュー格納手段が、入力した第1の優先度情報を含む読み出し要求を付加する位置として、前記サンプル要求の直前の位置に仮決した場合の当該読み出し要求の処理見積り時間を算出し、

前記位置決定手段は、

前記サンプル要求及びそれより後ろに位置しており、第2の優先度情報を含む各読み出し要求の許容遅延値と、前記新たに到着した読み出し要求の処理見積り時間とを比較し、

各前記許容遅延値が処理見積り時間以上であれば、前記サンプル要求の直前の位置を、前記新たに到着した読み出し要求を付加する位置と最終的に決定し、

少なくとも1つの前記許容遅延値が処理見積り時間未満であれば、前記サンプル要求が前記読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾に位置するか否かを調査し、前記サンプル要求が最後尾に位置する場合、前記新たに到着した読み出し要求を、前記読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾に付加し、

前記サンプル要求が最後尾に位置しない場合、当該サン

ブル要求の直後に位置する読み出し要求を、新たなサンプル要求として設定する、請求項32に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項34】 前記記憶デバイスは、前記単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、前記処理見残り時間は、前記読み出しキューにおいて、対象となる読み出し要求及びその直前に付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックそれぞれが格納されているトラック位置又はシリンダ位置間を、前記記憶デバイスのヘッドが移動するシーク時間と、前記対象となる読み出し要求に従って読み出される単位ブロックをディスクから転送するための時間である転送時間と、予め定められたオーバーヘッド時間及び回転待ち時間とに基づいて算出される、請求項32に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項35】 前記処理見残り時間は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを、複数回連続的に前記記憶デバイスから読み出して得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる時間を用いる、請求項32に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項36】 前記読み出し要求は、第1～第3の優先度情報のいずれかを含み、前記読み出しコマンド出力手段は、新たに到着した読み出し要求が第3の優先度情報を含む場合、第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求がすべて読み出しコマンドとして出力された後に、当該新たに到着した読み出し要求を読み出しコマンドとして出力することを特徴とする、請求項29に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項37】 外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、前記読み出し及び書き込み要求は、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、前記読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する読み出しキューと、前記書き込み要求を待ち行列の状態で一時的に保持する書き込みキューと、読み出し又は書き込みキューを選択し、読み出しキュー又は書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の読み出し要求又は書き込み要求を読み出しコマンド又は書き込みコマンドとして、前記記憶デバイスに出力するコマンド出力手段と、到着した読み出し又は書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見残り値である処理見残り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値それぞれを参照して求められる時

刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、

前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、

10 前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見残り時間と、前記読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、

前記読み出しキュー又は前記書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、

前記コマンド出力手段は、

前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合と、

20 現在時刻が、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っている場合と、

前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が書き込みキュー及び読み出しキューに保持されていると判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見残り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合と、

前記判断手段によって書き込み要求のみが書き込みキューに保持されていると判断された場合とには、書き込みキューを選択し、

30 前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつ前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断された場合と、

前記判断手段によって読み出し要求のみが読み出しキューに保持されていると判断された場合とには、読み出しキューを選択する、記憶デバイス制御装置。

【請求項38】 外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、

40 前記読み出し要求は、第1～第3のいずれかの優先度情報を含み、

少なくとも、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求と、前記書き込み要求とは、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、

前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する第1の読み出しキューと、

50 前記第3の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する第2の読み出しキューと、

前記書き込み要求を待ち行列の状態で一時的に保持する書き込みキューと、
 外部から入力した第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューにおいて、所定の位置に付加することを決定する位置決定手段と、
 第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューの中から1つのキューを選択し、選択したキューに保持されている待ち行列の先頭から、読み出し要求を読み出しコマンドとして又は書き込み要求を書き込みコマンドとして、前記記憶デバイスに出力するコマンド出力手段と、
 到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出/管理手段と、
 前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理/判断手段と、
 前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、
 前記第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否か、さらに当該第1の読み出しキューには第1の優先度情報を含む読み出し要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、
 前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、当該第1の読み出しキューに付加し、
 前記コマンド出力手段は、
 前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合と、
 前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、さらに前記許容遅延情報算出/管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っている場合と、
 前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出/管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、さらに前記判断手段によって最優先情報を含む読み出し要求が格納されていないと判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時

間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合とには、書き込みキューを選択し、
 前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出/管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、さらに前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されていると判断された場合と、
 前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出/管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されておらず、さらに前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも大きいと判断された場合と、
 前記判断手段によって書き込み要求が格納されていないと判断された場合とには、前記第1の読み出しキューを選択し、
 前記判断手段によって、前記第2の読み出しキューにのみ読み出し要求が格納されていると判断された場合には、当該第2の読み出しキューを選択する、記憶デバイス制御装置。
 【請求項39】 外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、
 前記読み出し又は書き込み要求は、コマンドとして出力される優先度を規定する優先度情報を含み、
 前記書き込み又は読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する複数のキューと、
 前記優先度情報に基づいて、外部から到着した書き込み及び読み出し要求を所定のキューにおいて、所定の位置に付加することを決定する位置決定手段と、
 複数のキューのうちいずれか1つのキューを選択し、選択したキューが保持する待ち行列の先頭に位置する、書き込み又は読み出し要求をコマンドとして、前記記憶デバイスに出力するコマンド出力手段と、
 前記書き込み要求をコマンドとして発行するか、前記読み出し要求をコマンドとして発行するかを決定づける状態番号を保持する状態番号保持手段とを備え、
 前記コマンド出力手段は、前記状態番号保持手段が保持する状態番号に基づいて、複数のキューのうちいずれかのキューを選択する、記憶デバイス制御装置。
 【請求項40】 前記読み出し及び書き込み要求は、到着してから処理が終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、
 前記複数のキューとして、前記読み出し要求を待ち行列として一時的に保持する読み出しキュー、及び、前記書き込み要求を待ち行列として一時的に保持する書き込み

キューとがあり、
 到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値それぞれを参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、
 前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、
 前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、
 前記読み出しキュー及び前記書き込みキューに読み出し要求及び書き込み要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、
 前記状態番号保持手段は、前記状態番号として、
 前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合を示す第1の状態番号と、
 前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っている場合を示す第2の状態番号と、
 前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合を示す第3の状態番号と、
 前記判断手段によって書き込み要求のみが格納されていると判断される場合を示す第4の状態番号と、
 前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつ前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断される場合を示す第5の状態番号と、
 前記判断手段によって読み出し要求のみが格納されていると判断される場合を示す第6の状態番号とを保持しており、
 前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、読み出しキューに付加し、
 前記コマンド出力手段は、
 前記状態番号保持手段が前記第1～第4のいずれかの状態番号を保持しているとき、前記書き込みキューを選択

し、
 前記状態番号保持手段が前記第5又は第6の状態番号を保持しているとき、前記読み出しキューを選択する、請求項39に記載の記憶デバイス制御装置。
 【請求項41】 前記読み出し要求は、第1～第3のいずれかの優先度情報を含み、
 少なくとも、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求、又は、前記書き込み要求は、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、
 前記複数のキューとして、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列として一時的に保持する第1の読み出しキュー、前記第3の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列として一時的に保持する第2の読み出しキュー、及び、前記書き込み要求を待ち行列として保持する書き込みキューとがあり、到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、
 前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、
 前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、
 前記第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否か、さらに当該第1の読み出しキューには第1の優先度情報を含む読み出し要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、
 前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、当該第1の読み出しキューに付加し、
 前記状態番号管理手段が管理する状態番号として、
 前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断される場合を示す第1の状態番号と、
 前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、さらに前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っている場合を示す第2の状態番号と、

前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、さらに前記判断手段によって最優先情報を含む読み出し要求が格納されていないと判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断される場合を示す第3の状態番号と、

前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、さらに前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されていると判断される場合を示す第4の状態番号と、

前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されておらず、さらに前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも大きいと判断される場合を示す第5の状態番号と、前記判断手段によって書き込み要求が格納されていないと判断される場合を示す第6の状態番号と、

前記判断手段によって、前記第2の読み出しキューにのみ読み出し要求が格納されていると判断される場合を示す第7の状態番号とが設定されており、

前記コマンド出力手段は、

前記状態番号管理手段が、前記第1～第3のいずれかの状態番号を保持しているとき、前記書き込みキューを選択し、

前記状態番号管理手段が、前記第4～第6の状態番号を保持しているとき、前記第1の読み出しキューを選択し、

前記状態番号管理手段が、前記第7の状態番号を保持しているとき、前記第2の読み出しキューを選択する、請求項39に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項42】 前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求が外部から新たに到着すると、前記第1の読み出しキューの最後尾の最も近くに位置し、さらに第2の優先度情報を含む読み出し要求を、サンプル要求として設定し、

許容遅延情報算出／管理手段は、前記位置決定手段が、前記サンプル要求の直前を、到着した新たな読み出し要求を付加する位置と仮決めした場合における、当該読み出し要求の処理見積り時間を算出し、

前記位置決定手段は、

前記サンプル要求及びそれより後ろに位置しており、第2の優先度情報を含む各読み出し要求の許容遅延値と、

前記新たに到着した読み出し要求の処理見積り時間とを比較し、

各前記許容遅延値が処理見積り時間以上であれば、前記サンプル要求の直前の位置を、前記新たに到着した読み出し要求を付加する位置と最終的に決定し、少なくとも1つの前記許容遅延値が処理見積り時間未満であれば、前記サンプル要求が前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾に位置するか否かを調査し、

10 前記サンプル要求が最後尾に位置する場合、前記新たに到着した読み出し要求を、前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾に付加し、前記サンプル要求が最後尾に位置しない場合、当該サンプル要求の直後に位置する読み出し要求を、新たなサンプル要求として設定する、請求項38に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項43】 前記記憶デバイスは、前記単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、前記読み出し処理見積り時間は、

20 前記第1及び第2の読み出しキューにおいて、対象となる読み出し要求及びその直前に付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックそれぞれが格納されているトラック位置又はシリンダ位置間を、前記記憶デバイスのヘッドが移動するシーク時間と、前記対象となる読み出し要求に従って読み出される単位ブロックをディスクから転送するための時間である転送時間と、

30 予め定められたオーバーヘッド時間及び回転待ち時間とに基づいて算出される、請求項38に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項44】 前記処理見積り時間は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを、複数回連続的に前記記憶デバイスから読み出して得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる時間、又は、複数回連続的に前記記憶デバイスに書き込んで得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる時間を用いる、請求項38に記載の記憶デバイス制御装置。

40 【請求項45】 書き込みの単位であるブロックに分割したデータを、複数の記憶デバイスに分散配置するシステムに用いられ、

各前記記憶デバイスには、他の記憶デバイスと重複しない第1の識別子が付されており、

少なくとも、各前記第1の識別子を管理する第1の管理部と、

各前記記憶デバイスの空き領域を、前記ブロックを書き込みうる空きブロックごとのアドレス及び前記第1の識別子を用いて管理する第2の管理部と、

前記第1及び第2の管理部を参照して、すべて又は一部の記憶デバイスごとに、前記第1の識別子と前記アドレスとの組を1つずつ作り、さらに、作った組をランダム

に並び替えることにより、データの配置先を決定する配置先決定部とを備える、記憶デバイス管理システム。

【請求項46】 書き込みの単位であるブロックに分割したデータを、所定のグループに分けられた複数の記憶デバイスに分散配置するシステムに用いられ、各前記記憶デバイスは、同一グループに属する他の記憶デバイスと重複しない第1の識別子を付されており、各前記グループには、他のグループと重複しない第2の識別子が付されており、少なくとも、各前記第1の識別子と各前記第2の識別子とを管理する第1の管理部と、各前記記憶デバイスの空き領域を、前記ブロックを書き込みうる空きブロックごとのアドレスと、前記第1及び第2の識別子とを用いて管理する第2の管理部と、前記第1及び第2の管理部を参照して、すべて又は一部のグループを選択し、グループ内では、ランダムにかつグループに属するすべての記憶デバイスが一通り選択されるまでは同じ記憶デバイスが選択されない様にそれぞれ1つの記憶デバイスを選択し、選択した記憶デバイスに対する前記第1及び第2の識別子と前記アドレスとの組を1つずつ作り、さらに、作った組をランダムに並び替えることにより、データの配置先を決定する配置先決定部とを備える、記憶デバイス管理システム。

【請求項47】 前記複数の記憶デバイスのうち、少なくとも1つの記憶デバイスの性能が、他の記憶デバイスの性能と異なっており、前記データが複数の記憶デバイスに分散配置される場合に、各記憶デバイスに配置されるブロックの割合が、前記性能に基づいて、分散の比率として規定されており、前記配置先決定部は、前記分散の比率に従って、組を作るべき記憶デバイスを選択し、選択した記憶デバイスごとに前記組を1つずつ作り、さらに、作った組をランダムに並び替える、請求項45に記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項48】 各前記グループに属する記憶デバイスのうち、少なくとも1つの記憶デバイスの性能が、同一グループに属する他の記憶デバイスの性能と異なっており、前記データが複数の記憶デバイスに分散配置される場合に、同一グループに属する記憶デバイスそれぞれに配置されるブロックの割合が、前記性能に基づいて、第1の分散の比率として、さらに、前記データが複数のグループに振り分けられる場合に、各グループに振り分けられるブロックの割合が、当該グループに属する記憶デバイスの性能に基づいて、第2の分散の比率として、予め規定されており、前記配置先決定部は、前記第2の分散の比率に従って、各グループに前記ブロックを振り分けるべきグループを選択し、前記第1の分散の比率に従って、選択したグループに属するいずれか1つの記憶デバイスを、組を作る

べき記憶デバイスとして選択し、選択した記憶デバイスごとに前記組を1つずつ作り、さらに、作った組をランダムに並び替える、請求項46に記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項49】 前記分散の比率は、内部に予め管理されていることを特徴とする、請求項47に記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項50】 前記分散の比率は、前記性能に基づいて、内部で求められることを特徴とする、請求項47に記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項51】 前記第1及び／又は第2の分散の比率は、内部に予め管理されていることを特徴とする、請求項48に記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項52】 前記第1及び／又は第2の分散の比率は、前記性能に基づいて、内部で求められることを特徴とする、請求項48に記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項53】 前記配置先決定部が前記作った組をランダムに並び替えることを繰り返すことによって、前記データの配置先が決定していないブロックの数が前記すべて又は一部の記憶デバイスの数を下回った場合、前記配置先決定部は、記憶デバイスが有している空きブロックの数に基づいて、組を作るべき記憶デバイスを選択し、さらに、選択した記憶デバイスごとに前記組を1つずつ作る、請求項45～52のいずれかに記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項54】 前記配置先決定部が前記作った組をランダムに並び替えることを繰り返す場合において、前記配置先決定部は、前記決定したデータの配置先と前記並び替えた組とにおいて、所定個数の組に相当する区間には、同一の記憶デバイスにデータを分散配置しないように、前記作った組をランダムに並び替える、請求項45～53のいずれかに記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項55】 前記複数の記憶デバイスには、互いに性質の異なる複数のデータがそれぞれ分散配置される場合において、前記配置先決定部は、前記組を作るべき記憶デバイスごとに、前記性質に基づく個数だけ前記アドレスを取り出して1まとめにし、さらに、1まとめにしたアドレスを用いて前記組を作る、請求項45～54のいずれかに記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項56】 前記性質とは、前記データが記憶デバイスに書き込まれる際の帯域であって、前記配置先決定部は、前記帯域に基づいて定められる個数だけ前記アドレスを取り出す、請求項55に記載の記憶デバイス管理システム。

【請求項57】 外部から連続的に到着する要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込みや記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装

置であって、
 各前記要求は、前記書き込みや読み出しのために、前記記憶デバイス上のアクセス位置を有しており、
 未処理の要求を処理すべき順番に並んだ待ち行列の状態で一時的に保持するキュー手段と、
 外部から新たに到着した要求を受け付け、かつ到着した要求に対して並べ替え制限時刻を計算して付加する要求受付手段と、
 前記要求受付手段が受け付けた要求を、前記キュー手段において、第1の条件を満たす位置に付加することを決定する位置決定手段と、
 前記キュー手段に保持された各要求について、重み時間及び終了予定時刻を計算し保持する保持手段とを備え、
 前記並べ替え制限時刻は、要求が到着した時刻に基づいて決定され、
 前記重み時間は、前記キュー手段内において、対象となる要求が有するアクセス位置とその直前に処理されるべき要求が有するアクセス位置とに基づいて決定され、
 前記終了予定時刻は、前記キュー手段内において、前記重み時間を前記到着時刻に加算した時刻として決定され、
 前記キュー手段に保持された要求を、前記待ち行列の順序に従ってコマンドとして前記記憶デバイスに発行するコマンド発行手段とをさらに備え、
 前記第1の条件を満たす位置とは、現在到着している要求すべてについて、前記終了予定時刻が前記並べ替え制限時刻を超えず、しかも、前記重み時間の総和が、前記要求受付手段により新たに受け付けられた要求を前記待ち行列の末尾に付加したと仮定した場合の重み時間の総和以下になる位置であることを特徴とする、記憶デバイス制御装置。
 【請求項58】 前記要求には、データを書き込むための書き込み要求とデータを読み出すための読み出し要求とがあり、
 前記キュー手段は、未処理の書き込み要求及び読み出し要求を一時的に保持する書き込みキュー及び読み出しキューを含み、
 前記要求受付手段は、さらに、外部から新たに到着した要求に対して終了制限時刻を計算して付加し、
 前記コマンド発行手段は、前記読み出しキューが保持する読み出し要求すべての前記終了予定時刻が前記制限時刻を超えない場合、前記書き込みキューに保持される書き込み要求を優先的にコマンドとして発行することを特徴とする、請求項57に記載の記憶デバイス制御装置。
 【請求項59】 前記書き込み要求が到着して当該要求に対応する書き込みが前記記憶デバイス上で終了するまでに最大限必要とされる時間が最大処理時間として予め規定されており、
 前記保持手段は、前記コマンドとして発行された書き込み要求について保持している重み時間を、前記書き込み

最大処理時間に変更することを特徴とする、請求項58に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項60】 前記コマンド発行部が、所定時間当たりに、前記記憶デバイスに発行できるコマンド数は予め規定されており、

前記コマンド発行部は、前記コマンド数を超えないように、前記コマンドを発行することを特徴とする、請求項57に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項61】 前記記憶デバイスは、前記コマンドに応答して、前記読み出し又は読み出しが終了すると、終了時刻を出力し、

前記記憶デバイスから受け取る終了時刻と、前記保持手段に保持されており、前記記憶デバイスにおいて処理が終了した要求が持つ終了予定時刻との差分を計算するコマンド終了処理手段をさらに備え、

前記保持手段は、前記コマンド終了処理手段により求められた差分に基づいて、前記キュー手段が保持する要求の終了予定時刻又は並べ替え制限時間を計算し直すことを特徴とする、請求項57に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項62】 前記保持手段は、前記コマンド終了処理手段により求められた差分が所定の値以上の場合に限り、前記終了予定時刻又は前記並べ替え制限時刻を計算し直すことを特徴とする、請求項61に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項63】 前記要求には、データを書き込むための書き込み要求とデータを読み出すための読み出し要求とがあり、

前記キュー手段は、書き込みキュー及び読み出しキューを含んでおり、

前記要求受付手段は、さらに、外部から新たに到着した書き込み要求に対して書き込み優先時刻を計算して付加し、

前記書き込みキュー及び読み出しキューは、前記要求受付手段が受け付けた書き込み要求及び読み出し要求を一時的に保持し、

前記コマンド発行手段は、前記書き込み優先時刻に達している書き込み要求を前記書き込みキューが保持している場合、当該書き込みキューから前記コマンドを優先的に発行することを特徴とする、請求項57に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項64】 前記待ち行列において、処理すべき順序が連続する要求それぞれが連続又は同一のアクセス位置を有する場合、

前記位置決定手段は、前記要求受付手段が受け付けた要求を、前記連続する要求の間に付加しないことを特徴とする、請求項57に記載の記憶デバイス制御装置。

【請求項65】 外部から連続的に到着する要求を、処理すべき順番に並んだ待ち行列の状態で一時的に保持する、キューのどの位置に付加するかを決定するための方

法であって、

各前記要求は、前記書き込みや読み出しのために、前記記憶デバイス上のアクセス位置を有しており、
前記キューに保持された各要求について、重み時間及び終了予定時刻を計算し保持する第1ステップと、
前記重み時間は、前記キュー手段内において、対象となる要求が有するアクセス位置とその直前に処理されるべき要求が有するアクセス位置とに基づいて決定され、さらに、前記終了予定時刻は、前記キュー内において、前記重み時間を前記到着時刻に加算した時刻として決定され、

外部から新たに到着した要求を受け付け、かつ到着した要求に対して並べ替え制限時刻を計算して付加する第2ステップと、

前記並べ替え制限時刻は、要求が到着した時刻に基づいて決定され、

前記第2ステップで新たに到着した要求を、前記キューにおいて、第1の条件を満たす仮決め位置に付加し、当該キューに現在保持されている各要求について、重み時間及び終了予定時刻を再計算する第3のステップと、
前記第3ステップで再計算された重み時間及び終了予定時刻が、第2の条件を満たす場合に、前記新たに到着した要求を前記仮決め位置に付加すると決める第4のステップとを備え、

前記第1の条件とは、前記新たに到着した要求が有するアクセス位置と、その直前及び／又は直後の要求が有するアクセス位置とが連続又は同一であることであり、
前記第2の条件とは、現在到着している要求すべてについて、前記終了予定時刻が前記並べ替え制限時刻を超えず、しかも、前記重み時間の総和が、前記第1ステップにより新たに受け付けられた要求を前記待ち行列の末尾に付加したと仮定した場合の重み時間の総和以下になることであることを特徴とする、処理順序決定方法。

【請求項66】 外部から連続的に到着する要求を、処理すべき順番に並んだ待ち行列の状態で一時的に保持する、キューのどの位置に付加するかを決定するための方法であって、

各前記書き込み又は読み出し要求は、前記記憶デバイス上のアクセス位置を有し、さらに、当該要求の到着時刻から、処理が終了していなければならないと予想される所定の時間を加算した並べ替え制限時刻を有しており、
前記キューにおいて、対象となる要求が有するアクセス位置とその直前に処理されるべき要求が有するアクセス位置とに基づいて決定される重み時間と、
前記重み時間を前記到着時刻に加算して得られる終了予定時刻とが規定されており、

外部から新たに到着した要求を受け付け、かつ到着した要求に対して並べ替え制限時刻を計算して付加する第1ステップと、

前記並べ替え制限時刻は、要求が到着した時刻に基づい

て決定され、

前記第1ステップで新たに到着した要求を、前記待ち行列における末尾を仮決め位置として付加し、前記キューに現在保持されている各要求が有する重み時間の第1の総和を計算する第2のステップと、

前記新たに到着した要求を前記待ち行列からはずし、当該要求を前記待ち行列における新たな仮決め位置に付加し、前記キューに現在保持されている各要求について、重み時間及び終了予定時刻を計算し、さらに、当該重み時間の第2の総和を計算する第3のステップと、

前記第1の総和と前記第2の総和とを比較する第4のステップと、

前記第3のステップにより得られる各要求の終了予定時刻が、当該各要求の第1の制限時刻よりも早いかなかを判断する第5のステップと、

前記第4のステップにおいて、前記第1の総和の方が大きく、かつ、前記第5のステップにおいて、各要求の終了予定時刻が、当該各要求の第1の制限時刻よりも早い場合に、前記新たに到着した要求が前記待ち行列に付加される位置を、前記新たな仮決め位置に決める第6のステップとを備える、処理順序決定方法。

【請求項67】 外部から連続的に到着する要求を、処理すべき順番に並んだ待ち行列の状態で一時的に保持する、キューのどの位置に付加するかを決定するための方法であって、

各前記書き込み又は読み出し要求は、前記記憶デバイス上のアクセス位置を有し、さらに、当該要求の到着時刻から、処理が終了していなければならないと予想される所定の時間を加算した並べ替え制限時刻を有しており、
前記キューにおいて、対象となる要求が有するアクセス位置とその直前に処理されるべき要求が有するアクセス位置とに基づいて決定される重み時間と、
前記重み時間を前記到着時刻に加算して得られる終了予定時刻とが規定されており、

外部から新たに到着した要求を受け付け、かつ到着した要求に対して並べ替え制限時刻を計算して付加する第1ステップと、

前記並べ替え制限時刻は、要求が到着した時刻に基づいて決定され、

前記第1ステップで新たに到着した要求を、前記待ち行列におけるいずれかの位置を仮決め位置として付加し、前記キューに現在保持されている各要求が有する重み時間を計算し、当該重み時間の総和を計算して保持する第2のステップと、

前記第1のステップは、前記待ち行列におけるすべての位置に、前記新たに到着した要求を付加するまで繰り返され、これにより、前記重み時間の総和は、前記待ち行列を構成する要求数の分だけ得られ、

前記第1のステップが繰り返されて得られる、複数の重み時間の総和から最小のものを選択する第2のステップ

と、
前記第2のステップで選択された重み時間の総和に対応する仮決め位置を、前記新たに到着した要求が付加される位置として仮決めする第3のステップと、
前記第3のステップで仮決められた位置に、前記新たに到着した要求を付加した場合の前記終了予定時刻を、前記待ち行列を構成する各要求について計算し、保持する第4のステップと、
前記第4のステップで得られる各終了予定時刻が並べ替え制限時刻よりも早い場合に、前記第4のステップで仮決められた位置を、前記新たに到着した要求を付加する位置として最終的に決める第5のステップとを備える、順序決定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記憶デバイス制御装置に関し、より特定的には、リアルタイム性が要求されるデータや、それが要求されないデータを格納する記憶デバイスに対する読み出し及び書き込みを制御する記憶デバイス制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ビデオサーバは、複数のユーザからの個別的な要求にリアルタイムに応答して、予め内部に格納しているビデオデータを提供する装置であり、例えば、“日経コミュニケーション 1993. 2. 15 No. 144 pp. 38-55”に記載されている。ビデオサーバは、通信回線やCATV網を介して、ユーザが好きな時にビデオデータの提供を受けられる、VOD (Video On Demand) サービスや、放送局におけるノンリニア動画編集システムなどに適用される。ビデオサーバは、色々な改良を加えられており、例えば、「特開平7-107425号」公報に開示されたものや、文献；D. James Gemmell, "Multimedia Storage Servers: A Tutorial.", Computer Vol. 28 No. 5 pp. 40-49 '95に記載されたものなどがある。

【0003】ところで、上述した用途では、ビデオデータの要求は非同期に発生し、同じビデオデータが要求されることもあれば、異なるものが要求されることもある。ビデオサーバは、このような多重アクセスに対処でき、しかも、効率的に途切れなくビデオデータを提供できるように、ビデオデータを所定のサイズに分割した単位ブロックを、内部に備える複数の記憶デバイスに分散配置する。このような分散配置をする際、上記公報に記載されたビデオサーバは、乱数を用いて、各单位ブロックの配置先となる記憶デバイスを任意に選択し、また、上記文献に記載されたビデオサーバは、ビデオデータを構成する単位ブロックを、その順序に従って、予め順番が決められている複数の記憶デバイスに配置する。

【0004】ところで、ビデオサーバは、ユーザからの要求が到着すると、当該要求に対応するビデオデータを記憶デバイスから読み出し、正しい順序のストリームとして送出する。ユーザは、送られてくるストリームを再生すると、番組映像を得ることができる。そのため、ビデオサーバは、複数のユーザに対してビデオデータをリアルタイムで出力することを要求され、また、記憶デバイスからビデオデータを効率よく読み出すことも要求される。そこで、ビデオサーバは、図43に示すような、記憶デバイス制御装置を備えている。

【0005】図43において、記憶デバイス制御装置は、記憶デバイス4300と、キュー管理部4301と、並び替え制御部4302とを備える。記憶デバイス4300は、複数の記憶媒体（例えば、ハードディスク）を含んでおり、上述したように単位ブロックを記憶媒体に分散配置する。キュー管理部4301は、多数のユーザから非同期に発生するビデオデータの要求を待ち行列として一時的に保持し、記憶デバイス4300に対して所定の順序で、当該要求を出力する。並び替え制御部4302は、入力した要求をキュー管理部4301に順次格納するが、予め定められた時間を経過する毎に、その時点でキュー管理部4301が保持している要求を、記憶デバイス4300におけるシーク方向が一定になるように並び替える。キュー管理部4301は、並び替えられた順番に従って、要求を記憶デバイス4300に出力する。したがって、記憶デバイス4300は、並び替えられた順番に従って、単位ブロックを記憶媒体から読み出す。こうして、記憶デバイス制御装置は、記憶デバイス4300における、平均シーク時間を短縮し、読み出しを効率的なものとしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ビデオデータは、ユーザ側で長時間にわたって再生されるため、ビデオサーバは、そのビデオデータを構成する単位ブロックを継続的に送出しなければならない。また、ビデオサーバは、ビデオデータを構成する単位ブロックのすべてを、その要求を受け取ってから一定時間（以下、本明細書において「遅延限界時間」と称する）の内に記憶デバイスから読み出されなければならない。このとき、たった1つの単位ブロックでも、この遅延限界時間を超えて読み出されることは許されない。なぜなら、ユーザ側でビデオデータを再生中に、一定時間を超えて読み出された単位ブロックに相当する部分で、番組映像が途切れたり、音声が飛んだりするからである。しかしながら、図43に示す記憶デバイス制御装置では、この遅延限界時間について全く考慮されていないという問題点があった。

【0007】また、ビデオサーバは、同一番組映像の要求が、同時に多数のユーザから到着することを想定して、複数の記憶デバイスを備える。そして、同一番組映

像のためのビデオデータは、複数個の単位ブロックに分割され、それぞれ異なる記憶デバイスに格納される。したがって、ビデオサーバは、同時に複数のユーザから同一番組映像の要求が到着しても、それぞれ異なる記憶デバイスに格納されている単位ブロックを読み出していけばよく、これによって、同一番組映像の要求が集中しても、同一記憶デバイスにアクセスが集中することがなくなる。しかしながら、ビデオサーバが多くユーザをサポートしようとする、記憶デバイスを多く備える必要があるという問題点があり、これによって、当該ビデオサーバの価格が高くなる。

【0008】また、ビデオサーバは、近い将来、番組映像等のビデオデータだけでなく、静止画データ、コンピュータデータをはじめとした様々なデータを提供することが考えられる。静止画やコンピュータデータは、ビデオデータと異なり、上述した途切れや音飛びが起こることがないので、遅延限界時間を考慮する必要がない。つまり、ビデオサーバは、遅延限界時間を考慮しなければならないデータと、その必要がないデータとを格納すると予想される。しかしながら、遅延限界時間を考慮しなくてもよい静止画データやコンピュータデータの読み出しが、ビデオデータが守らなければならない遅延限界時間に影響を与えるおそれがあるという問題点が生じると考えられる。さらに、ビデオサーバは、番組映像について、再生開始時、再生速度又は再生番組変更時に高速に応答することが要求される。

【0009】また、一度、記憶デバイスに書き込まれたデータは、何度も読み出される可能性がある。そのため、ビデオサーバは、ビデオデータを単位ブロックに分割して記憶デバイスに、連続的又は分散的を問わず確実に書き込まなければならない。しかしながら、従来のビデオサーバでは、書き込みの確実性について検討されていない。

【0010】ところで、上記文献に示される方法でデータを記憶デバイスに書き込むと、データ相互で記憶デバイスへのアクセスの順番が同じとなる。したがって、複数のユーザから要求が同時に発生した場合、同一の記憶デバイスへのアクセスが集中する。そのため、ある要求についての記憶デバイスへのアクセスが終わるまで、その記憶デバイスへアクセスできなくなり、他の要求についての処理が遅れる。これによって、ユーザが要求を出してからデータを得るまでに時間がかかってしまうため、単位時間にアクセスできるデータ量が減り、全体として同時に取り出せる帯域（ビデオの本数など）が小さくなるという問題点があった。かかる問題点に対処するために、要求が発生してからビデオデータへのアクセスが始まるまでの遅延を考慮して、ユーザからの要求ごとでアクセスのタイミングをずらすなどの方法が採られているが、これによっても、要求に対する応答が遅れる。また、帯域の互いに異なるデータに対する要求が発生し

た場合、ユーザからの要求ごとにアクセスのタイミングをずらしておいても、帯域が異なるために、アクセスのタイミングがだんだんと一致してしまう。そのため、上述したような帯域が小さくなるなどの問題点が生じる。つまり、帯域が互いに異なるデータを同時に読み出す場合には、アクセスタイミングをずらすという方法では効果が少ない。

【0011】一方、上記公報のビデオサーバは、乱数を用いて、データの配置先を決定しているが、乱数系列によっては、同一の記憶デバイスに単位ブロックを続けて配置してしまう場合があり、そのため、上述の帯域が小さくなるという問題点や、各記憶デバイスの使用容量が不均一になり、複数ある記憶デバイスを有効に使えないという問題点があった。

【0012】また、ビデオサーバが、帯域、容量その他の性能が互いに異なる複数の記憶デバイスを備えており、上記文献又は公報に記載された方法で、全記憶デバイスを対象として、データを分散配置する場合、ビデオサーバ全体として得られる帯域や蓄えられるデータ量は、上記性能が一番低い記憶デバイスによって束縛され、高い性能の記憶デバイスを有効に使えないという問題点があった。

【0013】ところで、記憶デバイスなどでは、ある量のデータが、連続領域に配置される場合と、分散配置される場合とを比較した場合、連続領域に配置されるデータを読み出す方が帯域は大きくなる。そのため、大きな帯域を要するデータを扱う場合などには、複数のユーザからの要求が同時に発生しても、あるユーザからの要求を連続して処理することがある。このとき、上記から明らかのように、同一の記憶デバイスの連続領域にデータは配置されている方がよい。しかしながら、上記文献や公報に記載された方法では、このようなことを想定していないので、ビデオサーバはユーザからの要求を効率よく処理できない場合がある。

【0014】それ故に、本発明の第1の目的は、遅延限界時間を守らなければならないビデオデータを記憶デバイスから効率的に読み出せる記憶デバイス制御装置を提供することである。また、本発明の第2の目的は、記憶デバイスへビデオデータなどを高い確実性をもって書き込める記憶デバイス制御装置を提供することである。また、本発明の第3の目的は、遅延限界時間を守らなければならないビデオデータ及びその必要がない静止画データ両方を、同一の記憶デバイスに書き込める記憶デバイス制御装置を提供することである。また、本発明の第4の目的は、複数の記憶デバイスにデータを分散配置する場合であっても、大きな帯域が得られるように、かつ、端末からの要求に対する応答速度が高速になるように、データの配置先を決定する記憶デバイス管理システムを提供することである。また、本発明の第5の目的は、複数の記憶デバイスにデータを分散配置する場合であって

も、記憶デバイス間で使用容量が均等になるようにデータの配置先を決定する記憶デバイス管理システムを提供することである。さらに、本発明の第6の目的は、リアルタイムの読み出しを実現しつつ、記憶デバイスの利用効率を向上させる記憶デバイス制御装置を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段および発明の効果】以下の第1～第67の発明は、上記の目的を達成するために、以下に述べる構成及び／又は特徴を持つ。第1の発明は、外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、データは、予め定められたサイズを持つ単位ブロックに分割されており、各読み出し要求は、自身が到着した時刻から、読み出しが終了していなければならない時間を示す遅延限界値を含んでおり、記憶デバイスが持つ空き領域から、所定個数の単位ブロックを連続的に書き込みうる1つ又は複数の連続空き領域を、記憶デバイスに書き込むべきデータに相当する分選択する選択手段と、書き込み要求を書き込みコマンドとして出力する書き込みコマンド出力手段と、外部から連続的に到着する読み出し要求を、読み出しコマンドとして出力する順序を決める順序決定手段と、順序決定手段によって決められる順序に従って、読み出しコマンドを出力する読み出しコマンド出力手段とを備え、書き込みコマンド出力手段が、書き込みコマンドを出力することによって、選択手段により選択された連続空き領域に、記憶デバイスに書き込むべきデータが書き込まれることと、順序決定手段は、外部から連続的に到着する読み出し要求それぞれの処理順序を、各遅延限界値を越えず、なおかつ先着順で読み出しコマンドを出力すると仮定した場合の読み出し時間よりも短くなるように、決定することとを特徴とする。

【0016】第1の発明によれば、記憶デバイスに書き込むべきデータは、選択手段によって選択された連続空き領域に書き込まれる。したがって、このデータを構成する単位ブロックは、1つの記憶デバイス上でみると近接して配置されることとなる。これによって、例えば、記憶デバイスのヘッドの移動距離を短くすることができ、記憶デバイスへのデータを書き込むために要する時間を短縮することができる。また、読み出し要求は、先着順で読み出しコマンドとして出力されたと仮定した場合の読み出しに要する時間よりも短くなるように順序を決定して読み出しコマンドとして出力される。これによって、記憶デバイスからデータを読み出すために要する時間を短縮することができる。そのため、従来の記憶デバイス制御装置と比較して、単位時間当たりでみた場合に、記憶デバイスから読み出せるデータの量が多くなるため、高価な記憶デバイスの数量を少なくすることがで

きる。さらに、読み出し要求は、遅延限界値を超えない範囲で読み出しコマンドとして出力されるため、リアルタイム性を満たさなければならないビデオデータなどについて、映像が途切れたり、音声が飛んだりすることを防止できる。

【0017】第2の発明は、第1の発明において、選択手段は、連続空き領域をランダムに選択することとを特徴とする。

【0018】第2の発明によれば、選択手段は、連続空き領域をランダムに選択するため、例えば、複数の記憶デバイスが接続されている場合には、それらを効率よく使用することができる。

【0019】第3の発明は、第1の発明において、 p 個の記憶デバイス d_1, d_2, \dots, d_p が接続されており、選択手段は、連続空き領域を、 m 個（ m は、 $1 \leq m \leq p$ を満たす整数）の記憶デバイスが持つ空き領域から選択するものとし、さらに、記憶デバイス d_i （ i は、 $1 \leq i \leq m$ を満たす整数）から選択される連続空き領域を、 $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$ （ n は、2以上の整数）とすると、書き込みコマンド出力手段は、データを構成する単位ブロックを、 $a_{11}, a_{21}, \dots, a_{m1}, a_{12}, a_{22}, \dots, a_{m2}, \dots, a_{1n}, a_{2n}, \dots, a_{mn}$ の順序に従って書き込むように、書き込みコマンドを出力する。

【0020】第3の発明によれば、データを構成する単位ブロックは、同一の記憶デバイスの連続空き領域に書き込まれるので、当該データの書き込み及び読み出しに要する時間を短縮することができる。

【0021】第4の発明は、第1の発明において、選択手段は、連続空き領域を、1つの記憶デバイスが持つ空き領域から選択することとを特徴とする。

【0022】第4の発明によれば、データを構成する単位ブロックすべては、同一の記憶デバイス上に書き込まれるので、当該データの書き込み及び読み出しに要する時間を短縮することができる。

【0023】第5の発明は、第1の発明において、遅延限界値は、予め定められた値として内部に格納されている。

【0024】第5の発明によれば、記憶デバイス制御装置は、予め内部に遅延限界値を持っているので、使い勝手がよくなる。

【0025】第6の発明は、第1の発明において、遅延限界値は、読み出し要求に含まれているパラメータである。

【0026】第6の発明によれば、外部の装置が、自由に遅延限界値を設定できるようになる。

【0027】第7の発明は、第1の発明において、記憶デバイスにおいて、各単位ブロックが配置される位置を管理する位置ファイル管理手段をさらに備え、並び替え手段は、読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する読み出しキューを有しており、当該読み出し要求に

従って読み出される単位ブロックの記録位置を管理するキュー管理手段と、入力した読み出し要求を、読み出しキューにおいて付加する位置を決める位置決定手段と、読み出しに要すると見積もられる時間である処理見積り時間と、当該読み出し処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該読み出し処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と含み、位置決定手段は、外部から新たに到着した読み出し要求に従って読み出される単位ブロックの記録位置（以下、第1記録位置と称する）を、位置ファイル管理手段から抽出し、読み出しキューに既に保持されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックの記録位置（以下、第2記録位置と称する）を、キュー管理手段から抽出し、第1記録位置と第2記録位置とに基づいて、新たに到着した読み出し要求を、読み出しキューにおいて付加する位置を仮決めし、許容遅延情報算出／管理手段は、仮決め位置に付加されている新たに到着した読み出し要求について、処理見積り時間を算出し、さらに、新たに到着した読み出し要求についての処理見積り時間と、仮決め位置に付加されている読み出し要求よりも後ろに付加されている各読み出し要求の許容遅延値との大小関係を比較し、位置決定手段は、許容遅延情報算出／管理手段によって、すべての許容遅延値が処理見積り時間よりも大きいと判断されると、仮決めの位置を、新たに到着した要求が付加される位置と最終的に決定する。

【0028】第7の発明によれば、第1記録位置と第2記録位置に基づいて新たに到着した読み出し要求を、読み出しキューのどの位置に付加するのかが決められる。したがって、読み出しに要する時間の短縮化を図ることが可能となる。これによって、記憶デバイスに同一データを多く格納する必要がなくなり、結果としてビデオサーバの製作にかかるコストを低減することができる。

【0029】第8の発明は、第7の発明において、記憶デバイスは、単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、処理見積り時間は、読み出しキューにおいて、対象となる読み出し要求及びその直前に付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックそれぞれが格納されているトラック位置間を、記憶デバイスのヘッドが移動するための時間であるシーク時間と、対象となる読み出し要求に従って読み出される単位ブロックをディスクから転送するための時間である転送時間と、予め定められたオーバーヘッド時間及び回転待ち時間とに基づいて算出される。

【0030】第9の発明は、第8の発明において、ディスクのトラックにはトラック番号が付されており、位置ファイル管理手段及びキュー管理手段は、単位ブロックが格納されている位置に対応するトラック番号を管理し

ており、シーク時間は、トラック番号に基づいて算出される。

【0031】第10の発明は、第7の発明において、記憶デバイスは、単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、処理見積り時間は、読み出しキューにおいて、対象となる読み出し要求及びその直前に付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックそれぞれが格納されているシリンダ位置間を、記憶デバイスのヘッドが移動するための時間であるシーク時間と、対象となる読み出し要求に従って読み出される単位ブロックをディスクから転送するための時間である転送時間と、予め定められたオーバーヘッド時間及び回転待ち時間とに基づいて算出される。

【0032】第8及び第10の発明によれば、処理見積り値を可能な限り正確に算出することができる。

【0033】第11の発明は、第10の発明において、ディスクのシリンダには、シリンダ番号が付されており、位置ファイル管理手段及びキュー管理手段は、単位ブロックの記録位置に対応するシリンダ番号を管理しており、シーク時間は、シリンダ番号に基づいて算出される。

【0034】第9及び第11の発明によれば、シーク時間は、ディスクのトラック位置又はシリンダ位置に基づいて算出されるので、正確な値を得ることができる。

【0035】第12の発明は、第10の発明において、転送時間は、読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されている位置における記録密度と、ディスクの回転速度とに基づいて算出される。

【0036】第12の発明によれば、転送速度を可能な限り正確に算出することができる。

【0037】第13の発明は、第8の発明において、オーバーヘッド時間は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを、複数回連続的に記憶デバイスから読み出したときに要する時間の実測平均値から、平均シーク時間、平均回転待ち時間及び平均データ転送時間を減算して求められる。

【0038】第13の発明によれば、オーバーヘッド時間を可能な限り正確に算出することができる。

【0039】第14の発明は、第8の発明において、回転待ち時間は、ディスクの平均回転待ち時間である。

【0040】第14の発明によれば、回転待ち時間には、ディスクの平均回転待ち時間が用いられる。これによって、回転待ち時間を簡単に得ることができる。

【0041】第15の発明は、第7の発明において、処理見積り時間は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを、複数回連続的に記憶デバイスから読み出して得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる時間を用いる。

【0042】第15の発明によれば、処理見積り時間は、実測時間に基づいて求められるため、正確な値とす

ることができる。

【0043】第16の発明は、第7の発明において、記憶デバイスは、単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、ディスクには、その最内周から最外周へとトラック番号が昇順又は降順に付されており、位置ファイル管理手段は、単位ブロックが格納されている位置に対応するトラック番号を含む位置ファイルを管理し、キュー管理手段は、読み出しキューに付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているトラック番号を管理し、位置決定手段は、外部から新たに到着した読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているトラック番号（以下、

「第1のトラック番号」という）を、位置ファイル管理手段から抽出し、読み出しキューに既につながれている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているトラック番号（以下、「第2のトラック番号」という）を、キュー管理手段から抽出し、第1のトラック番号と第2のトラック番号とが昇順又は降順の関係にある位置を仮決め位置として、新たに到着した読み出し要求を付加することを特徴とする。

【0044】第17の発明は、第7の発明において、記憶デバイスは、単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、ディスクには、その最内周から最外周へとシリンダ番号が昇順又は降順に付されており、位置ファイル管理手段は、単位ブロックが格納されている位置に対応するシリンダ番号を含む位置ファイルを管理し、キュー管理手段は、読み出しキューに付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているシリンダ番号を管理し、位置決定手段は、外部から新たに到着した読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているシリンダ番号（以下、「第1のシリンダ番号」という）を、位置ファイル管理手段から抽出し、読み出しキューに既につながれている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックが格納されているシリンダ番号（以下、「第2のシリンダ番号」という）を、キュー管理手段から抽出し、第1のシリンダ番号と第2のシリンダ番号とが昇順又は降順の関係にある位置を仮決め位置として、新たに到着した読み出し要求を付加することを特徴とする。

【0045】第16及び第17の発明によれば、第1のトラック番号（またはシリンダ番号）と第2のトラック番号（またはシリンダ番号）とが昇順または降順という関係を満たすように、新たに到着した読み出し要求を付加する位置を決めるので、記憶デバイスのヘッドの移動距離を減らすことができる。これによって、読み出し時間の短縮化を図ることができる。

【0046】第18の発明は、第7の発明において、記憶デバイスにおいて、読み出し要求に応じた単位ブロックについての読み出しが終了した終了時刻を検出し、当該終了時刻を許容遅延情報算出／管理手段に通知するコ

マンド終了処理手段をさらに備え、許容遅延情報算出／管理手段は、コマンド終了処理手段によって通知された終了時刻と、内部で管理する読み出し要求の終了予定時刻とが異なる場合には、当該終了時刻と当該終了予定時刻との差分の時間を算出し、算出した差分の時間に基づいて、読み出しキュー内に格納されている読み出し要求の終了予定時刻及び許容遅延値を更新する。

【0047】第18の発明によれば、読み出しが終了した現実の終了時刻と終了予定時刻との差分を許容遅延値に反映させているため、本記憶デバイス制御装置は、さらに多くのコマンドを発行することができるようになる。

【0048】第19の発明は、外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、読み出し要求は、当該読み出し要求が入力してから読み出し処理が終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、書き込み要求を書き込みコマンドとして、記憶デバイスに出力する書き込みコマンド出力手段を備え、書き込みコマンド出力手段は、各読み出し要求が含む遅延限界値を越えない範囲で、データの書き込みが実行されるよう書き込みコマンドを出力する。

【0049】第19の発明によれば、書き込みコマンド出力手段は、各読み出し読出要求に定められている遅延限界値を越えない範囲で、書き込みコマンドを出力している。したがって、記憶デバイスからは、遅延限界値を越えない範囲でデータが読み出されるので、当該データのリアルタイム性は保証される。

【0050】第20の発明は、第19の発明において、読み出し及び書き込みに要すると見積もられる時間である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該読み出し終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段をさらに備え、書き込みコマンド出力手段は、許容遅延値が書き込み要求の処理見積り時間よりも大きい場合、書き込みコマンドを出力し、許容遅延情報算出／管理手段は、書き込みコマンドが出力されると、読み出し要求それぞれの許容遅延値から、書き込み要求の処理見積り時間を減算することを特徴とする。

【0051】第20の発明によれば、許容遅延情報算出／管理手段は、書き込みが実行されると、書き込みの処理見積り時間を、各読み出し要求の許容遅延値から減算し更新する。これによって、許容遅延情報算出／管理手段は、常に正確な許容遅延値を管理することができる。

【0052】第21の発明は、第20の発明において、書き込み要求の処理見積り時間は、書き込み要求に従って書き込まれるデータと同一サイズを有するデータを、

複数回連続して記憶デバイスに書き込んで得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる処理時間である。

【0053】第21の発明によれば、処理見積り時間は、実測時間に基づいて求められるため、正確な値とすることができる。

【0054】第22の発明は、第21の発明において、記憶デバイスが実行した書き込みの現実の終了時刻を受け取り、当該現実の終了時刻を許容遅延情報算出／管理手段に通知するコマンド終了処理手段をさらに備え、許容遅延情報算出／管理手段は、現実の終了時刻に基づいて算出される時間であって、書き込みに現実に必要な処理時間と、書き込み要求が持つ処理見積り時間とが異なる場合には、当該処理時間と当該処理見積り時間との差分の時間を算出し、算出した差分の時間に基づいて、各読み出し要求の許容遅延値を更新する。

【0055】第22の発明によれば、許容遅延情報算出／管理手段は、書き込みの現実の処理終了時刻と終了予定時刻との差分の時間に基づいて、各読み出し要求の許容遅延値を更新する。これによって、許容遅延情報算出／管理手段は、常に正確な許容遅延値を管理することができる。

【0056】第23の発明は、第19の発明において、遅延限界値は、予め定められた値として内部に格納されている。

【0057】第23の発明によれば、記憶デバイス制御装置は、予め内部に遅延限界値を持っているので、使い勝手がよくなる。

【0058】第24の発明は、第19の発明において、遅延限界値は、読み出し要求に含まれているパラメータである。

【0059】第24の発明によれば、外部の装置が、自由に遅延限界値を設定できるようになる。

【0060】第25の発明は、外部から連続的に到着する書き込み要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込みを制御する記憶デバイス制御装置であって、記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、書き込み要求を書き込みコマンドとして、記憶デバイスに出力する書き込みコマンド出力手段とを備え、書き込みコマンド出力手段は、バッファメモリ管理／判断手段によって、使用容量が所定のしきい値以上であると判断された場合には、書き込みコマンドを出力し、これによって、バッファメモリに一時的に格納されているデータが、記憶デバイスに書き込まれる。

【0061】第25の発明によれば、書き込みコマンド出力手段は、バッファメモリ管理／判断手段が使用容量が所定のしきい値以上であると判断した場合には、書き込みコマンドを出力する。これによって、バッファメモリの

オーバーフローを防止し、記憶デバイスへのデータの書き込みの信頼性を向上させている。

【0062】第26の発明は、外部から連続的に到着する書き込み要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込みを制御する記憶デバイス制御装置であって、各書き込み要求は、自身が到着した時刻から、書き込みが終了していなければならない時間の最大値を示す遅延限界値を含んでおり、書き込み要求を書き込みコマンドとして、記憶デバイスに出力する書き込みコマンド出力手段を備え、書き込みコマンド出力手段は、書き込み要求が到着してから遅延限界値を経過すると、書き込みコマンドを出力する。

【0063】第26の発明は、書き込みコマンド出力手段は、書き込み要求が到着してから遅延限界値を経過すると、書き込みコマンドを出力する。これによって、データは、遅延限界値を超えることなく、記憶デバイスに書き込まれる。これによって、データの書き込みが終了せず、そのデータを読み出せないという状況を回避することができる。

【0064】第27の発明は、第26の発明において、遅延限界値は、予め定められた値として内部に格納されている。

【0065】第27の発明によれば、記憶デバイス制御装置は、予め内部に遅延限界値を持っているので、使い勝手がよくなる。

【0066】第28の発明は、第26の発明において、遅延限界値は、書き込み要求に含まれているパラメータである。

【0067】第28の発明によれば、外部の装置が、自由に遅延限界値を設定できるようになる。

【0068】第29の発明は、外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、各読み出し要求は、第1又は第2の優先度情報を含み、少なくとも、第2の優先度情報を含む読み出し要求は、当該読み出し要求が到着してから読み出しが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、読み出し要求を読み出しコマンドとして、記憶デバイスに出力する読み出しコマンド出力手段とを備え、読み出しコマンド出力手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、既に到着している第2の優先度情報を含む読み出し要求の遅延限界値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力することを特徴とする。

【0069】第29の発明によれば、読出コマンド出力手段は、高速に応答しなければならない読出要求（第1の優先度情報を含む）に対しては、他の読出要求（第2の優先度情報）の遅延限界値を越えない範囲で、即座に読出要求（第1の優先度情報）に対応するデータを読み

出される。

【0070】第30の発明は、第29の発明において、データは、所定のデータサイズを有する単位ブロックに分割されており、記憶デバイスの空き領域から、単位ブロックを所定個数記憶しうる連続空き領域が、データが必要とする数だけ選択され、選択された連続空き領域は、データが記録される位置を特定するための位置ファイルとして記憶デバイスに格納されており、位置ファイルを記憶デバイスから読み出すための読み出し要求には、第1の優先度情報が含まれている。

【0071】第30の発明によれば、位置ファイルを記憶デバイスから読み出すための読み出し要求には、第1の優先度情報が含まれているため、当該位置ファイルは、記憶デバイスから優先的に読み出される。

【0072】第31の発明は、第29の発明において、第1の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態に保持する第1の読み出しキューと、第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態に保持する第2の読み出しキューと、各読み出し要求に従って実行される読み出しに要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該読み出しが終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該読み出しが終了していただければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段とをさらに備え、読み出しコマンド出力手段は、第1の読み出しキューに保持される読み出し要求の処理見積り時間が、第2の読み出しキューに保持される読み出し要求すべての許容遅延値よりも小さい場合には、当該第1の読み出しキューが保持する待ち行列の先頭位置に保持されている読み出し要求を、読み出しコマンドとして出力することを特徴とする。

【0073】第31の発明によれば、読み出しコマンド出力手段は、第1の読み出しキューに保持される読み出し要求の処理見積り時間が、第2の読み出しキューに保持されている読み出し要求すべての許容遅延値よりも小さい場合には、第1の読み出しキューから読み出しコマンドを出力する。これによって、第1の優先度情報を含む読み出し要求は優先的にコマンドとして出力される。

【0074】第32の発明は、第29の発明において、第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態に保持する読み出しキューと、外部から新たに到着した読み出し要求を、読み出しキューにおいて、所定の位置に付加することを決定する位置決定手段と、読み出しキューに保持されている各読み出し要求に従って実行される読み出しに要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該読み出し処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該読み出しが終了していただければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した

値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段とをさらに備え、位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、既に読み出しキューに保持されており、第2の優先度情報を含む読み出し要求の遅延限界値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、待ち行列に付加し、読み出しコマンド出力手段は、読み出しキューが保持する待ち行列の先頭から順番に、読み出し要求を読み出しコマンドとして出力する。

【0075】第32の発明によれば、第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求は、同一のキューに保持される。このとき、位置決定手段は、新たに到着し、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、既に読み出しキューに保持されており、第2の優先度情報を含む読み出し要求の遅延限界値を越えない範囲で、優先的にコマンドとして出力するように、当該読み出しキューにおける位置を決定する。読み出しコマンド出力手段は、読み出しキューが保持する待ち行列の先頭から順番に、読み出しコマンドを出力する。したがって、読み出しコマンドを出力するキューを選択する必要性がなくなり、記憶デバイス制御装置における処理を効率なものとすることができる。

【0076】第33の発明は、第32の発明において、位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求が新たに到着すると、読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾の最も近くに位置する第2の優先度情報を含む読み出し要求を、サンプル要求とし、許容遅延情報算出／管理手段は、読み出しキュー格納手段が、入力した第1の優先度情報を含む読み出し要求を付加する位置として、サンプル要求の直前の位置に仮決した場合の当該読み出し要求の処理見積り時間を算出し、位置決定手段は、サンプル要求及びそれより後ろに位置しており、第2の優先度情報を含む各読み出し要求の許容遅延値と、新たに到着した読み出し要求の処理見積り時間とを比較し、各許容遅延値が処理見積り時間以上であれば、サンプル要求の直前の位置を、新たに到着した読み出し要求を付加する位置と最終的に決定し、少なくとも1つの許容遅延値が処理見積り時間未満であれば、サンプル要求が読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾に位置するか否かを調査し、サンプル要求が最後尾に位置する場合、新たに到着した読み出し要求を、読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾に付加し、サンプル要求が最後尾に位置しない場合、当該サンプル要求の直後に位置する読み出し要求を、新たなサンプル要求として設定する。

【0077】第33の発明によれば、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、優先的に読み出しコマンドとして発行することができる。

【0078】第34の発明は、第32の発明において、

記憶デバイスは、単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、処理見残り時間は、読み出しキューにおいて、対象となる読み出し要求及びその直前に付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックそれぞれが格納されているトラック位置又はシリンダ位置間を、記憶デバイスのヘッドが移動するシーク時間と、対象となる読み出し要求に従って読み出される単位ブロックをディスクから転送するための時間である転送時間と、予め定められたオーバーヘッド時間及び回転待ち時間とに基づいて算出される。

【0079】第34の発明によれば、処理見残り値を可能な限り正確に算出することができる。

【0080】第35の発明は、第32の発明において、処理見残り時間は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを、複数回連続的に記憶デバイスから読み出して得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる時間を用いる。

【0081】第35の発明によれば、処理見残り時間は、実測時間に基づいて求められるため、正確な値とすることができる。

【0082】第36の発明は、第29の発明において、読み出し要求は、第1～第3の優先度情報のいずれかを含み、読み出しコマンド出力手段は、新たに到着した読み出し要求が第3の優先度情報を含む場合、第1及び第2の優先度情報含む読み出し要求がすべて読み出しコマンドとして出力された後に、当該新たに到着した読み出し要求を読み出しコマンドとして出力することを特徴とする。

【0083】第36の発明によれば、第3の優先度情報を含む読出要求は、第1または第2優先度情報含む読み出し要求がすべて読み出しコマンドとして出力された後に、読み出しコマンドとして出力される。したがって、遅延限界値を厳格に守らなければならないようなデータ（例えば、ビデオデータ等）を読み出すときには、第1または第2の優先度情報を用い、また、遅延限界値を守らなくともよいデータ（例えば静止画データ、コンピュータデータ等）を読み出すときには、第3の優先度情報を用いる。これによって、第3の優先度情報を含む読出要求に応じた読出処理に要する時間が、第1および第2の優先度情報を含む読出要求に影響を与えることがなくなり、これらの遅延限界値は厳格に守られることとなるため、記憶デバイスに様々なデータ（ビデオデータ、静止画データ、コンピュータデータ等）を格納することができる。

【0084】第37の発明は、外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、読み出し及び書き込み要求は、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値

を含み、読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する読み出しキューと、書き込み要求を待ち行列の状態で一時的に保持する書き込みキューと、読み出し又は書き込みキューを選択し、読み出しキュー又は書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の読み出し要求又は書き込み要求を読み出しコマンド又は書き込みコマンドとして、記憶デバイスに出力するコマンド出力手段と、到着した読み出し又は書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見残り値である処理見残り時間と、当該

- 10 処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、遅延限界値それぞれを参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見残り時間と、読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の
- 20 最小値との大小関係を比較する比較手段と、読み出しキュー又は書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、コマンド出力手段は、バッファメモリ管理／判断手段によって、使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合と、現在時刻が、許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っている場合と、判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が書き込みキュー及び読み出しキューに保持されていると
- 30 判断され、かつ比較手段によって書き込み要求の処理見残り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合と、判断手段によって書き込み要求のみが書き込みキューに保持されていると判断された場合とには、書き込みキューを選択し、判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつバッファメモリ管理／判断手段によって、使用容量が所定のしきい値未満と判断された場合と、判断手段によって読み出し要求のみが読み出しキューに保持されていると判断された場合とには、読み出しキューを選択する。
- 40

【0085】第37の発明によれば、書き込みコマンドは、各読み出し要求の遅延限界値を超えない範囲で、優先的に出力される。これによって、記憶デバイスから読み出されるデータは、遅延限界値を超えることはなく、リアルタイム性が保証される。また、バッファメモリはオーバーフローすることがなくなるので、記憶デバイスに書き込まれるデータの信頼性が向上する。さらに、許容遅延値を超える書き込み要求は、優先的に書き込みコマンドとして出力されるため、書き込みが終了せず、当該データを読み出せないという状況を回避することがで

きる。これによって、多数のユーザが読み出したりするデータ等を記憶デバイスに確実に書き込むことができる。

【0086】第38の発明は、外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、前記読み出し要求は、第1～第3のいずれかの優先度情報を含み、少なくとも、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求と、前記書き込み要求とは、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する第1の読み出しキューと、前記第3の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する第2の読み出しキューと、前記書き込み要求を待ち行列の状態で一時的に保持する書き込みキューと、外部から入力した第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューにおいて、所定の位置に付加することを決定する位置決定手段と、第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューの中から1つのキューを選択し、選択したキューに保持されている待ち行列の先頭から、読み出し要求を読み出しコマンドとして又は書き込み要求を書き込みコマンドとして、前記記憶デバイスに出力するコマンド出力手段と、到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、前記第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否か、さらに当該第1の読み出しキューには第1の優先度情報を含む読み出し要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、当該第1の読み出しキューに付加し、前記コマンド出力

手段は、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合と、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、さらに前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っている場合と、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、さらに前記判断手段によって最優先情報を含む読み出し要求が格納されていないと判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合とには、書き込みキューを選択し、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、さらに前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されていると判断された場合と、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されておらず、さらに前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも大きいと判断された場合と、前記判断手段によって書き込み要求が格納されていないと判断された場合とには、前記第1の読み出しキューを選択し、前記判断手段によって、前記第2の読み出しキューにのみ読み出し要求が格納されていると判断された場合には、当該第2の読み出しキューを選択する。

【0087】第38の発明もまた、第37の発明と同様に、書き込みコマンドは、各読み出し要求の遅延限界値を超えない範囲で、出力される。したがって、記憶デバイスから読み出されるデータのリアルタイム性は保証される。また、バッファメモリはオーバーフローすることがなくなるので、記憶デバイスに書き込まれるデータの信頼性が向上する。さらに、許容遅延値を超える書き込み要求は、優先的に書き込みコマンドとして出力されるため、書き込みが終了せず、当該データを読み出せないという状況を回避することができる。これによって、多数のユーザが読み出したりするデータ等を記憶デバイスに確実に書き込むことができる。さらに、第1の読み出しキューには、第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求が保持される。このとき、位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求が優先的にコマンドとして出力されるように、当該第1の読み出しキューにおける位置を決める。これによって、読み出しコマンドを出力するキューを選択する必要性がなくなり、記憶デバ

イス制御装置における処理を効率なものとすることができる。

【0088】第39の発明は、外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、前記読み出し又は書き込み要求は、コマンドとして出力される優先度を規定する優先度情報を含み、前記書き込み又は読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する複数のキューと、前記優先度情報に基づいて、外部から到着した書き込み及び読み出し要求を所定のキューにおいて、所定の位置に付加することを決定する位置決定手段と、複数のキューのうちいずれか1つのキューを選択し、選択したキューが保持する待ち行列の先頭に位置する、書き込み又は読み出し要求をコマンドとして、前記記憶デバイスに出力するコマンド出力手段と、前記書き込み要求をコマンドとして発行するか、前記読み出し要求をコマンドとして発行するかを決定づける状態番号を保持する状態番号保持手段とを備え、前記コマンド出力手段は、前記状態番号保持手段が保持する状態番号に基づいて、複数のキューのうちいずれかのキューを選択する。

【0089】第39の発明によれば、コマンド出力手段は、この状態番号を参照して、選択するキューを決定するため、自身がコマンドを発行するキューを選択する必要がない。これによって、コマンド発行のための処理時間が短縮化することができ、結果として、読み出し及び書き込みに要する時間の短縮化を図れる記憶デバイス制御装置を提供することができる。

【0090】第40の発明は、第39の発明において、前記読み出し及び書き込み要求は、到着してから処理が終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、前記複数のキューとして、前記読み出し要求を待ち行列として一時的に保持する読み出しキュー、及び、前記書き込み要求を待ち行列として一時的に保持する書き込みキューとがあり、到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値それぞれを参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、前記読み出しキュー及び

前記書き込みキューに読み出し要求及び書き込み要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、前記状態番号保持手段は、前記状態番号として、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合を示す第1の状態番号と、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っている場合を示す第2の状態番号と、前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合を示す第3の状態番号と、前記判断手段によって書き込み要求のみが格納されていると判断される場合を示す第4の状態番号と、前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつ前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断される場合を示す第5の状態番号と、前記判断手段によって読み出し要求のみが格納されていると判断される場合を示す第6の状態番号とを保持しており、前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、読み出しキューに付加し、前記コマンド出力手段は、前記状態番号保持手段が前記第1～第4のいずれかの状態番号を保持しているとき、前記書き込みキューを選択し、前記状態番号保持手段が前記第5又は第6の状態番号を保持しているとき、前記読み出しキューを選択する。

【0091】第40の発明によれば、コマンド出力手段は、許容遅延情報算出／管理手段と、バッファメモリ管理／判断手段と、比較手段と、判断手段とを参照して、読み出しキューから読み出しコマンドを出力するか、書き込みキューから書き込みコマンドを出力するかを決定する。これによって、記憶デバイスから読み出されるデータのリアルタイム性が保証される。また、バッファメモリがオーバーフローすることがなくなり、記憶デバイスにデータを確実に書き込むことができる。さらに、データの書き込みが終了しないことにより、データを読み出せないという状況を回避することができる。

【0092】第41の発明は、第39の発明において、前記読み出し要求は、第1～第3のいずれかの優先度情報を含み、少なくとも、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求、又は、前記書き込み要求は、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、前記複数のキューとして、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列として一時的に保持する第1の読み出しキュー、前記第3の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行

列として一時的に保持する第2の読み出しキュー、及び、前記書き込み要求を待ち行列として保持する書き込みキューとがあり、到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、前記第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否か、さらに当該第1の読み出しキューには第1の優先度情報を含む読み出し要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、当該第1の読み出しキューに付加し、前記状態番号管理手段が管理する状態番号として、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断される場合を示す第1の状態番号と、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、さらに前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っている場合を示す第2の状態番号と、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、さらに前記判断手段によって最優先情報を含む読み出し要求が格納されていないと判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断される場合を示す第3の状態番号と、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、さらに前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されていると判断される場合を示す第4の状態番号と、前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅

延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値に至っておらず、前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されておらず、さらに前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも大きいと判断される場合を示す第5の状態番号と、前記判断手段によって書き込み要求が格納されていないと判断される場合を示す第6の状態番号と、前記判断手段によって、前記第2の読み出しキューにのみ読み出し要求が格納されていると判断される場合を示す第7の状態番号とが設定されており、前記コマンド出力手段は、前記状態番号管理手段が、前記第1～第3のいずれかの状態番号を保持しているとき、前記書き込みキューを選択し、前記状態番号管理手段が、前記第4～第6の状態番号を保持しているとき、前記第1の読み出しキューを選択し、前記状態番号管理手段が、前記第7の状態番号を保持しているとき、前記第2の読み出しキューを選択する。

【0093】第41の発明によれば、記憶デバイスから読み出されるデータのリアルタイム性が保証される。また、また、バッファメモリがオーバーフローすることがなくなり、記憶デバイスにデータを確実に書き込むことができる。また、データの書き込みが終了しないことにより、データを読み出せないという状況を回避することができる。さらに、リアルタイム性を保証しなければならないデータとそうでないデータとを同一の記憶デバイスに書き込むことができる。

【0094】第42の発明は、第38の発明において、前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求が外部から新たに到着すると、前記第1の読み出しキューの最後尾の最も近くに位置し、さらに第2の優先度情報を含む読み出し要求を、サンプル要求として設定し、許容遅延情報算出／管理手段は、前記位置決定手段が、前記サンプル要求の直前を、到着した新たな読み出し要求を付加する位置と仮決めした場合における、当該読み出し要求の処理見積り時間を算出し前記位置決定手段は、前記サンプル要求及びそれより後ろに位置しており、第2の優先度情報を含む各読み出し要求の許容遅延値と、前記新たに到着した読み出し要求の処理見積り時間とを比較し、各前記許容遅延値が処理見積り時間以上であれば、前記サンプル要求の直前の位置を、前記新たに到着した読み出し要求を付加する位置と最終的に決定し、少なくとも1つの前記許容遅延値が処理見積り時間未満であれば、前記サンプル要求が前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾に位置するか否かを調査し、前記サンプル要求が最後尾に位置する場合、前記新たに到着した読み出し要求を、前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列の最後尾に付加し、前記サンプル要求が最後尾に位置しない場合、当該サンプル要求の直後に位置する読み出し要求を、新たなサンプル要求

として設定する。

【0095】第42の発明によれば、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、優先的に読み出しコマンドとして発行することができる。

【0096】第43の発明は、第38の発明において、前記記憶デバイスは、前記単位ブロックを格納するためのディスクを有しており、前記読み出し処理見積り時間は、前記第1及び第2の読み出しキューにおいて、対象となる読み出し要求及びその直前に付加されている読み出し要求に従って読み出される単位ブロックそれぞれが格納されているトラック位置又はシリンダ位置間を、前記記憶デバイスのヘッドが移動するシーク時間と、前記対象となる読み出し要求に従って読み出される単位ブロックをディスクから転送するための時間である転送時間と、予め定められたオーバーヘッド時間及び回転待ち時間とに基づいて算出される。

【0097】第43の発明によれば、処理見積り値を可能な限り正確に算出することができる。

【0098】第44の発明は、第38の発明において、前記処理見積り時間は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを、複数回連続的に前記記憶デバイスから読み出して得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる時間、又は、複数回連続的に前記記憶デバイスに書き込んで得られる、実測時間の集合において、所定の信頼限界となる時間を用いる。

【0099】第44の発明によれば、処理見積り時間は、実測時間に基づいて求められるため、正確な値とすることができる。

【0100】第45の発明に係る記憶デバイス管理システムは、書き込みの単位であるブロックに分割したデータを、複数の記憶デバイスに分散配置するシステムに用いられ、各記憶デバイスには、他の記憶デバイスと重複しない第1の識別子が付されており、少なくとも、各第1の識別子を管理する第1の管理部と、各記憶デバイスの空き領域を、ブロックを書き込みうる空きブロックごとのアドレス及び第1の識別子を用いて管理する第2の管理部と、第1及び第2の管理部を参照して、すべて又は一部の記憶デバイスごとに、第1の識別子とアドレスとの組を1つずつ作り、さらに、作った組をランダムに並び替えることにより、データの配置先を決定する配置先決定部とを備える。

【0101】上記のように、第45の発明に係る記憶デバイス管理システムは、複数の記憶デバイスにデータを均等に分散配置できるように、データの配置先を決める。これによって、データを読み出しなどを行う場合、特定の記憶デバイスへのアクセスが集中せず、すべての記憶デバイスに対して均等にアクセスが行われるので、記憶デバイス全体として十分に大きい帯域が得られる。さらに、上記データの配置先に従って記憶デバイスに書き込まれたデータを読み出す場合の記憶デバイスへのア

クセスの順番は、データごとに互いに異なる。したがって、データに対する読み出し要求が同時に発生したとしても、それぞれを読み出すためのアクセスの順番が互いに異なるため、データの読み出し要求に対して高速に回答することができるようになる。

【0102】第46の発明に係る記憶デバイス管理システムは、書き込みの単位であるブロックに分割したデータを、所定のグループに分けられた複数の記憶デバイスに分散配置するシステムに用いられ、各記憶デバイスは、同一グループに属する他の記憶デバイスと重複しない第1の識別子を付されており、各グループには、他のグループと重複しない第2の識別子が付されており、少なくとも、各第1の識別子と各第2の識別子とを管理する第1の管理部と、各記憶デバイスの空き領域を、ブロックを書き込みうる空きブロックごとのアドレスと、第1及び第2の識別子とを用いて管理する第2の管理部と、第1及び第2の管理部を参照して、すべて又は一部のグループを選択し、グループ内では、ランダムにかつグループに属する全ての記憶デバイスが一通り選択されるまでは同じ記憶デバイスが選択されない様にそれぞれ1つの記憶デバイスを選択し、選択した記憶デバイスに対する第1及び第2の識別子とアドレスとの組を1つずつ作り、さらに、作った組をランダムに並び替えることにより、データの配置先を決定する配置先決定部とを備える。

【0103】上記のように、第46の発明に係る記憶デバイス管理システムは、複数のグループに分けられた複数の記憶デバイスを管理する場合に、データを構成するブロックを、各グループに対して、さらに、グループに属する記憶デバイスに対しても均等に配置できるように、データの配置先を決める。これによって、データを読み出しなどを行う場合、特定のグループに属する記憶デバイスへのアクセスが集中せず、かつ、各グループに属する個々の記憶デバイスへのアクセスが集中せず、すべてのグループ及びそのグループに属する記憶デバイスに対して均等な割合でアクセスが行われるので、記憶デバイス全体として十分に大きい帯域を得ることができるという効果を奏する。さらに、第45の発明と同様に、上記データの配置先に従って記憶デバイスに書き込まれたデータを読み出す場合の記憶デバイスへのアクセスの順番は、データごとに互いに異なる。これによって、データの読み出し要求に対して高速に回答することができるようになる。

【0104】第47の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第45の発明において、複数の記憶デバイスのうち、少なくとも1つの記憶デバイスの性能が、他の記憶デバイスの性能と異なり、データが複数の記憶デバイスに分散配置される場合に、各記憶デバイスに配置されるブロックの割合が、性能に基づいて、分散の比率として規定されており、配置先決定部は、分散の比率

に従って、組を作るべき記憶デバイスを選択し、選択した記憶デバイスごとに組を1つずつ作り、さらに、作った組をランダムに並び替える。

【0105】上記のように第47の発明に係る記憶デバイス管理システムは、分散の比率を用いて、記憶デバイスごとの処理の負担が均等になるように、データの配置先を決めている。

【0106】第48の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第46の発明において、各グループに属する記憶デバイスのうち、少なくとも1つの記憶デバイスの性能が、同一グループに属する他の記憶デバイスの性能と異なり、データが複数の記憶デバイスに分散配置される場合に、同一グループに属する記憶デバイスそれぞれに配置されるブロックの割合が、性能に基づいて、第1の分散の比率として、さらに、データが複数のグループに振り分けられる場合に、各グループに振り分けられるブロックの割合が、当該グループに属する記憶デバイスの性能に基づいて、第2の分散の比率として、予め規定されており、配置先決定部は、第2の分散の比率に従って、各グループにブロックを振り分けるべきグループを選択し、第1の分散の比率に従って、選択したグループに属するいずれか1つの記憶デバイスを、組を作るべき記憶デバイスとして選択し、選択した記憶デバイスごとに組を1つずつ作り、さらに、作った組をランダムに並び替える。

【0107】上記のように、第48の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第1及び第2の分散の比率を用いて、グループごとの処理負担が均等になるように、さらに、各グループに属する記憶デバイスごとの処理負担が均等になるように、データの配置先を決める。

【0108】第49の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第47の発明において、分散の比率は、内部に予め管理されていることを特徴とする。

【0109】第50の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第47の発明において、分散の比率は、性能に基づいて、内部で求められることを特徴とする。

【0110】第51の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第48の発明において、第1及び／又は第2の分散の比率は、内部に予め管理されていることを特徴とする。

【0111】第52の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第48の発明において、第1及び／又は第2の分散の比率は、性能に基づいて、内部で求められることを特徴とする。

【0112】第49及び第51の発明に係る記憶デバイス管理システムでは、分散の比率並びに第1及び第2の分散の比率が予め内部で管理されているため、当該システム内部での処理を簡素化できる。

【0113】第50及び第52の発明に係る記憶デバイス管理システムは、分散の比率並びに第1及び第2の分

散の比率を内部で求めるようにしているので、例えば、記憶デバイスを増やしたり、減らしたりした時にも容易に対応することができるようになる。

【0114】第53の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第45～第52のいずれかの発明において、配置先決定部が作った組をランダムに並び替えることを繰り返すことによって、データの配置先が決定していないブロックの数がすべて又は一部の記憶デバイスの数を下回った場合、配置先決定部は、記憶デバイスが有している空きブロックの数に基づいて、組を作るべき記憶デバイスを選択し、さらに、選択した記憶デバイスごとに組を1つずつ作る。

【0115】分散配置されるデータを構成するブロックの個数は、必ずしも、記憶デバイスの台数の倍数にはならない。そのため、第53の発明に係る記憶デバイス管理システムは、空きブロックを多く有している記憶デバイスに配置されるようにデータの配置先が決める。これによって、データは、記憶デバイスにより均等に分散配置されることとなり、記憶デバイス全体として、より一層大きい帯域を得ることができる。

【0116】第54の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第45～第53のいずれかの発明において、配置先決定部が作った組をランダムに並び替えることを繰り返す場合、配置先決定部は、決定したデータの配置先と並び替えた組とにおいて、所定個数の組に相当する区間には、同一の記憶デバイスにデータを分散配置しないように、作った組をランダムに並び替える。

【0117】第54の発明に係る記憶デバイス管理システムでは、決定したデータの配置先と、並び替えた組とにおいて、所定の区間に同一の記憶デバイスを示す識別子が現れないようにする。これによって、このようにして決められたデータの配置先に従って書き込まれたデータを読み出す際などには、すべての記憶デバイスにより均等にアクセスすることとなる、これによって、すべての記憶デバイスの能力を有効に使う、より大きい帯域を得ることができる。

【0118】第55の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第45～第54のいずれかの発明において、複数の記憶デバイスには、互いに性質の異なる複数のデータがそれぞれ分散配置される場合、配置先決定部は、組を作るべき記憶デバイスごとに、性質に基づく個数だけアドレスを取り出してひとまとめにし、さらに、まとめたアドレスを用いて組を作る。

【0119】上記のように、第55の発明に係る記憶デバイス管理システムは、取り出す空きブロックアドレスの個数が、データの性質に基づいて変更される。これによって、記憶デバイスの処理効率を向上させることができる。

【0120】第56の発明に係る記憶デバイス管理システムは、第55の発明において、性質とは、データが記

憶デバイスに書き込まれる際の帯域であって、配置先決定部は、帯域に基づいて定められる個数だけアドレスを取り出す。

【0121】上記のように、第56の発明に係る記憶デバイス管理システムでは、帯域に基づいて定められる個数だけアドレスが取り出される。これによって、例えば、帯域を多く必要とするデータを連続領域に書き込むことが可能になり、当該データを読みだ場合の記憶デバイスの処理効率を向上させることができる。

【0122】第57の発明は、外部から連続的に到着する要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込みや記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、各要求は、書き込みや読み出しのために、記憶デバイス上のアクセス位置を有しており、未処理の要求を処理すべき順番に並んだ待ち行列の状態で一時的に保持するキュー手段と、外部から新たに到着した要求を受け付け、かつ到着した要求に対して並べ替え制限時刻を計算して付加する要求受付手段と、要求受付手段が受け付けた要求を、キュー手段において、第1の条件を満たす位置に付加することを決定する位置決定手段と、キュー手段に保持された各要求について、重み時間及び終了予定時刻を計算し保持する保持手段とを備え、並べ替え制限時刻は、要求が到着した時刻に基づいて決定され、重み時間は、キュー手段内において、対象となる要求が有するアクセス位置とその直前に処理されるべき要求が有するアクセス位置とに基づいて決定され、終了予定時刻は、キュー手段内において、重み時間を到着時刻に加算した時刻として決定され、キュー手段に保持された要求を、待ち行列の順序に従ってコマンドとして記憶デバイスに発行するコマンド発行手段とをさらに備え、第1の条件を満たす位置とは、現在到着している要求すべてについて、終了予定時刻が並べ替え制限時刻を超えず、しかも、重み時間の総和が、要求受付手段により新たに受け付けられた要求を待ち行列の末尾に付加したと仮定した場合の重み時間の総和以下になる位置であることを特徴とする。

【0123】第57の発明によれば、キュー手段はコマンドとして発行される順序を保持し、保持手段は待ち行列を構成する各要求について、重み時間及び終了予定時刻を保持する。位置決定手段は、到着している要求すべてについて、処理順序で処理された場合に、現在到着している要求すべてについて、終了予定時刻が並べ替え制限時刻を超えず、しかも、重み時間の総和が、要求受付手段により新たに受け付けられた要求を待ち行列の末尾に付加したと仮定した場合の重み時間の総和以下になるように、新たに到着した要求をキュー手段において付加する位置を決定する。これによって、待ち行列を構成する要求を並べ替えることによって生じる遅延に限界を設けつつ、記憶デバイスの使用効率を向上させることができる。

【0124】第58の発明は、第57の発明において、要求には、データを書き込むための書き込み要求とデータを読み出すための読み出し要求とがあり、キュー手段は、未処理の書き込み要求及び読み出し要求を一時的に保持する書き込みキュー及び読み出しキューを含み、要求受付手段は、さらに、外部から新たに到着した要求に対して終了制限時刻を計算して付加し、コマンド発行手段は、読み出しキューが保持するすべての読み出し要求の終了予定時刻が制限時刻を超えない場合、書き込みキューに保持される書き込み要求を優先的にコマンドとして発行することを特徴とする。

【0125】第58の発明によれば、読み出し要求と書き込み要求とを別々のキューに保持し、別々に保持する待ち行列に基づいて終了予定時刻を算出する。その上で、読み出し要求に従って実行される処理が終了すると予想される時刻が、予め定められた制限時刻に間に合う範囲で、書き込み要求をコマンドとして発行することにより、読み出し要求と書き込み要求とが混在した場合にも、記憶デバイスの使用効率を向上させつつ、記憶デバイスから読み出されるデータのリアルタイム性を保証することができる。

【0126】第59の発明は、第58の発明において、書き込み要求が到着して当該要求に対応する書き込みが記憶デバイス上で終了するまでに最大限必要とされる時間が最大処理時間として予め規定されており、保持手段は、コマンドとして発行された書き込み要求について保持している重み時間を、書き込み最大処理時間に変更することを特徴とする。

【0127】よく知られているように、記憶デバイスによる書き込みは、実際には、算出した終了予定時刻どおりに終了しないことの方が多い。そこで、第59の発明によれば、記憶デバイスによる書き込みに最大限必要とされる時間を予め最大処理時間として規定しておく。そして、保持手段は、コマンドとして発行された書き込み要求について保持している重み時間を、書き込み最大処理時間に変更することにより、書き込みコマンドよりも後にコマンドとして発行される要求の終了予定時刻や重み時間を、リアルタイム性を保証することができるように補正することができる。

【0128】第60の発明は、第57の発明において、コマンド発行部が、所定時間当たりに、記憶デバイスに発行できるコマンド数は予め規定されており、コマンド発行部は、コマンド数を超えないように、コマンドを発行することを特徴とする。

【0129】第60の発明によれば、記憶デバイスに発行するコマンドの個数を一定数以下に制限することにより、記憶デバイスの動作にとって効率のよいコマンドの個数を設定し、これによって、並べ替えの対象となる要求数を増やして、記憶デバイスの使用効率を向上させることができる。

【0130】第61の発明は、第57の発明において、記憶デバイスは、コマンドに応答して、読み出し又は読み出しが終了すると、終了時刻を出力し、記憶デバイスから受け取る終了時刻と、保持手段に保持されており、記憶デバイスにおいて処理が終了した要求が持つ終了予定時刻との差分を計算するコマンド終了処理手段をさらに備え、保持手段は、コマンド終了処理手段により求められた差分に基づいて、キュー手段が保持する要求の終了予定時刻又は並べ替え制限時間を計算し直すことを特徴とする。

【0131】第61の発明によれば、記憶デバイスにおける処理が現実的に終了した終了時刻と、終了予定時刻とがずれている場合には、その差分値を、処理待ち行列を構成している要求の終了予定時刻又は並べ替え制限時刻に反映させるので、重み時間と実際の処理時間の差を吸収するためのマージンを減らすことができ、その結果、並べ替えの対象となる要求数を増やすことができ、記憶デバイスの使用効率が向上する。

【0132】第62の発明は、第61の発明において、保持手段は、コマンド終了処理手段により求められた差分が所定の値以上の場合に限り、終了予定時刻又は並べ替え制限時刻を計算し直すことを特徴とする。

【0133】第62の発明によれば、保持手段は、差分の値が所定の値以上の場合に限り、当該差分の値を、処理待ち行列を構成している要求の終了予定時刻又は並べ替え制限時刻に反映させる。これによって、記憶デバイス制御装置の処理負担を減らすことができる。

【0134】第63の発明は、第57の発明において、要求には、データを書き込むための書き込み要求とデータを読み出すための読み出し要求とがあり、キュー手段は、書き込みキュー及び読み出しキューを含んでおり、要求受付手段は、さらに、外部から新たに到着した書き込み要求に対して書き込み優先時刻を計算して付加し、書き込みキュー及び読み出しキューは、要求受付手段が受け付けた書き込み要求及び読み出し要求を一時的に保持し、コマンド発行手段は、書き込み優先時刻に達している書き込み要求を書き込みキューが保持している場合、当該書き込みキューからコマンドを優先的に発行することを特徴とする。

【0135】第63の発明によれば、待ち行列を構成する書き込み要求の中に、書き込み優先時刻に達しているものが存在する場合には、読み出し要求よりも書き込み要求を優先的にコマンドとして発行する。これによって、記憶デバイスに書き込まれるデータの信頼性を向上させている。

【0136】第64の発明は、第57の発明において、待ち行列において、処理すべき順序が連続する要求それぞれが連続又は同一のアクセス位置を有する場合、位置決定手段は、要求受付手段が受け付けた要求を、連続する要求の間に付加しないことを特徴とする。

【0137】第64の発明によれば、処理すべき順序が連続しており、しかもアクセス位置が連続又は同一である場合には、新たに到着した要求をその間に割り込ませることを禁止する。これによって、使用効率が低下するような待ち行列を構成しないようにしている。

【0138】第65の発明は、外部から連続的に到着する要求を、処理すべき順番に並んだ待ち行列の状態で一時的に保持する、キューのどの位置に付加するかを決定するための順序決定方法であって、各要求は、書き込みや読み出しのために、記憶デバイス上のアクセス位置を有しており、キューに保持された各要求について、重み時間及び終了予定時刻を計算し保持する第1ステップと、重み時間は、キュー手段内において、対象となる要求が有するアクセス位置とその直前に処理されるべき要求が有するアクセス位置とに基づいて決定され、さらに、終了予定時刻は、キュー内において、重み時間を到着時刻に加算した時刻として決定され、外部から新たに到着した要求を受け付け、かつ到着した要求に対して並べ替え制限時刻を計算して付加する第2ステップと、並べ替え制限時刻は、要求が到着した時刻に基づいて決定され、第2ステップで新たに到着した要求を、キューにおいて、第1の条件を満たす仮決め位置に付加し、当該キューに現在保持されている各要求について、重み時間及び終了予定時刻を再計算する第3のステップと、第3ステップで再計算された重み時間及び終了予定時刻が、第2の条件を満たす場合に、新たに到着した要求を仮決め位置に付加すると決める第4のステップとを備え、第1の条件とは、新たに到着した要求が有するアクセス位置と、その直前及び／又は直後の要求が有するアクセス位置とが連続又は同一であることであり、第2の条件とは、現在到着している要求すべてについて、終了予定時刻が並べ替え制限時刻を超えず、しかも、重み時間の総和が、第1ステップにより新たに受け付けられた要求を待ち行列の末尾に付加したと仮定した場合の重み時間の総和以下になることであることを特徴とする。

【0139】第65の発明によれば、新たに到着した要求は、キュー手段において、アクセス位置が連続又は同一となるような要求の直前又は直後に付加される。しかも、このとき、現在到着している要求すべてについて、終了予定時刻が並べ替え制限時刻を超えず、しかも、新たに到着した要求は、重み時間の総和が、第1ステップにより新たに受け付けられた要求を待ち行列の末尾に付加したと仮定した場合の重み時間の総和以下になる位置に付加される。これによって、並べ替えによって生じる遅延に限界を設けつつ、記憶デバイスの使用効率を向上させることができる。

【0140】第66の発明は、外部から連続的に到着する要求を、処理すべき順番に並んだ待ち行列の状態で一時的に保持する、キューのどの位置に付加するかを決定するための順序決定方法であって、各書き込み又は読み

出し要求は、記憶デバイス上のアクセス位置を有し、さらに、当該要求の到着時刻から、処理が終了していなければならないと予想される所定の時間を加算した並べ替え制限時刻を有しており、キューにおいて、対象となる要求が有するアクセス位置とその直前に処理されるべき要求が有するアクセス位置とに基づいて決定される重み時間と、重み時間を到着時刻に加算して得られる終了予定時刻とが規定されており、外部から新たに到着した要求を受け付け、かつ到着した要求に対して並べ替え制限時刻を計算して付加する第1ステップと、並べ替え制限時刻は、要求が到着した時刻に基づいて決定され、第1ステップで新たに到着した要求を、待ち行列における末尾を仮決め位置として付加し、キューに現在保持されている各要求が有する重み時間の第1の総和を計算する第2のステップと、新たに到着した要求を待ち行列からはずし、当該要求を待ち行列における新たな仮決め位置に付加し、キューに現在保持されている各要求について、重み時間及び終了予定時刻を計算し、さらに、当該重み時間の第2の総和を計算する第3のステップと、第1の総和と第2の総和とを比較する第4のステップと、第3のステップにより得られる各要求の終了予定時刻が、当該各要求の第1の制限時刻よりも早いか否かを判断する第5のステップと、第4のステップにおいて、第1の総和の方が大きく、かつ、第5のステップにおいて、各要求の終了予定時刻が、当該各要求の第1の制限時刻よりも早い場合に、新たに到着した要求が待ち行列に付加される位置を、新たな仮決め位置に決める第6のステップとを備える。

【0141】第66の発明もまた、第65の発明と同様に、並べ替えによって生じる遅延に限界を設けつつ、記憶デバイスの使用効率を向上させることができる。

【0142】第67の発明は、外部から連続的に到着する要求を、処理すべき順番に並んだ待ち行列の状態で一時的に保持する、キューのどの位置に付加するかを決定するための方法であって、各書き込み又は読み出し要求は、記憶デバイス上のアクセス位置を有し、さらに、当該要求の到着時刻から、処理が終了していなければならないと予想される所定の時間を加算した並べ替え制限時刻を有しており、キューにおいて、対象となる要求が有するアクセス位置とその直前に処理されるべき要求が有するアクセス位置とに基づいて決定される重み時間と、重み時間を到着時刻に加算して得られる終了予定時刻とが規定されており、外部から新たに到着した要求を受け付け、かつ到着した要求に対して並べ替え制限時刻を計算して付加する第1ステップと、並べ替え制限時刻は、要求が到着した時刻に基づいて決定され、第1ステップで新たに到着した要求を、待ち行列におけるいずれかの位置を仮決め位置として付加し、キューに現在保持されている各要求が有する重み時間を計算し、当該重み時間の総和を計算して保持する第2のステップと、第1の

ステップは、待ち行列におけるすべての位置に、新たに到着した要求を付加するまで繰り返され、これにより、重み時間の総和は、待ち行列を構成する要求数の分だけ得られ、第1のステップが繰り返されて得られる、複数の重み時間の総和から最小のものを選択する第2のステップと、第2のステップで選択された重み時間の総和に対応する仮決め位置を、新たに到着した要求が付加される位置として仮決めする第3のステップと、第3のステップで仮決められた位置に、新たに到着した要求を付加した場合の終了予定時刻を、待ち行列を構成する各要求について計算し、保持する第4のステップと、第4のステップで得られる各終了予定時刻が並べ替え制限時刻よりも早い場合に、第4のステップで仮決められた位置を、新たに到着した要求を付加する位置として最終的に決める第5のステップとを備える。

【0143】第67の発明もまた、第65の発明と同様に、並べ替えによって生じる遅延に限界を設けつつ、記憶デバイスの使用効率を向上させることができる。

【0144】

【発明の実施の形態】まず、本発明に係る記憶デバイス制御装置が主に適用されるビデオサーバについて概説する。ビデオサーバは、リアルタイム性が要求されるビデオデータと、リアルタイム性が要求されない静止画データ又はコンピュータデータ等を格納し、また、外部装置であるテレビ、コンピュータ及び／又はビデオカメラ等を接続する。テレビやコンピュータ等は、ユーザの好みに応じたビデオデータやコンピュータデータ等の読み出し要求をビデオサーバに送信する。ビデオサーバは、この読み出し要求に応じたビデオデータ等を、内部の記憶デバイスから読み出し、当該読み出し要求の送信元へ出力する。また、ビデオカメラ等は、生成したビデオデータ等の書き込み要求をビデオサーバに送信する。ビデオサーバは、書き込み要求に応じて、ビデオカメラ等から送信されてくるビデオデータ等を、内部の記憶デバイスに書き込む。ビデオサーバは、さらに、記憶デバイス制御装置を内部に備え、これによって、読み出し又は書き込み要求を先着順で処理するのではなく、並び替えて処理し、時間当たりの処理数を上げている。以下、図面を参照して、記憶デバイス制御装置について説明する。

【0145】図1は、本発明の一実施形態に係る記憶デバイス制御装置の構成を示すブロック図である。図1において、記憶デバイス制御装置は、位置情報管理部1と、複数の記憶デバイス2と、要求受け付け部3と、各記憶デバイス2と同数の要求制御部4とを備える。

【0146】図1において、位置情報管理部1は、各記憶デバイス2が持つ空き領域を分割した空きブロック（1つの単位ブロック（後述）を格納しうる）及びビデオデータ等が格納されている記憶デバイス2のアドレス位置を管理する。各記憶デバイス2は、例えばハードディスクドライブ等からなり、位置情報管理部1で管理さ

れるアドレス位置にビデオデータ等を格納する。なお、ビデオデータ等は、所定のサイズを持つ単位ブロックに分割され、記憶デバイス2に分散配置される。また、各記憶デバイス2には、それぞれを特定するために識別番号（以下、「SCSIアドレス」と称する）が付されている。要求受け付け部3は、外部装置から入力する要求を、適切な要求制御部4に振り分ける。各要求制御部4は、要求受け付け部3から入力する要求を後述する手順で並び替えた後、コマンドとして記憶デバイス2に発行する。以下、これらの構成を詳説する。

【0147】まず、位置情報管理部1について説明する。図2は、図1に示す位置情報管理部1の構成を示すブロック図である。図2において、位置情報管理部1は、空き領域管理部11と、アドレス位置ファイル作成部12と、アドレス位置ファイル管理部13と、アドレス位置リスト参照部14と、ファイル書き込み要求出力部15とを含む。

【0148】空き領域管理部11は、図3に示す空き領域リストを用いて、各記憶デバイス2が持つ空き領域を管理する。空きブロックリストは、参照番号毎で、SCSIアドレスと空き領域（例えば、その先頭アドレス）とを組にして保持する。

【0149】ところで、外部装置（特にビデオカメラ等）は、書き込み要求を送信する前に、記憶デバイス2に書き込むべきビデオデータ等のアドレス位置ファイルのファイル作成要求を送信する。ファイル作成要求には、ビデオデータ等を記憶デバイス2に書き込むのに必要な空きブロックの個数を指定する情報（以下、「指定ブロックサイズ」という）を含む。アドレス位置ファイル作成部12は、ファイル作成要求を受け取ると、ファイル作成要求番号とアドレス位置情報とを有するアドレス位置ファイルを作成する。アドレス位置情報は、アクセス位置情報、SCSIアドレス、アドレス領域及びシリンダ位置からなる組を1つ以上持つ。アクセス位置情報、アドレス領域及びシリンダ位置は、ビデオデータ等が格納されるアドレス位置の先頭、アドレス領域及びシリンダ位置を特定する。このアドレス位置情報によって、ビデオデータ等が複数の記憶デバイス2に対して、どのように分散配置されるのかが決まる。

【0150】ここで、図4は、アドレス位置ファイル作成部12がアドレス位置ファイルを作成する際の手順を示すフローチャートである。ファイル作成要求は、記憶デバイス2に書き込むべきビデオデータや静止画データ等がいくつかの単位ブロックから構成されるかを指定する情報（以下、「指定ブロックサイズ」という）を含む。まず、アドレス位置ファイル作成部12は、外部装置から到着するファイル作成要求にファイル作成要求番号を付すと、空き領域リスト（図3参照）から参照番号を1つ選択することにより、SCSIアドレス及び先頭アドレスを選択する（ステップS401）。次に、アドレス

位置ファイル作成部12は、選択した先頭アドレスから、 n 個（ n は整数）の単位ブロックを連続的に格納できるアドレス領域を算出し（ステップS402）、空き領域管理部11に通知する。空き領域管理部11は、この通知に応答して、先頭アドレスを更新して、本ステップS402で算出されたアドレス領域が、次回以降、重複して算出されないようにする。

【0151】アドレス位置ファイル作成部12は、ステップS402で算出するアドレス領域がいくつかの単位ブロックを格納しうるかを累積加算しており、累積加算値が指定ブロックサイズ以上か否かを判断する（ステップS403）。アドレス位置ファイル作成部12は、累積加算値が指定ブロックサイズに満たなかった場合、ビデオデータや静止画データ等を構成する単位ブロックすべてを記憶デバイス2に書き込むことができないと判断し、ステップS401に戻る。アドレス位置ファイル作成部12は、ステップS403で累積加算値が指定ブロックサイズ以上になるまで、ステップS401～S403を繰り返す。

【0152】アドレス位置ファイル作成部12は、ステップS403で、累積加算値が指定ブロックサイズ以上であると判断すると、ステップS404に進み、上記のファイル作成要求に対して付したファイル作成要求番号と、SCSIアドレス及び先頭アドレスと、当該先頭アドレスから始まる領域であって、ステップS402で算出したアドレス領域と、当該先頭アドレスのシリンダ位置とを、アドレス位置ファイルとしてアドレス位置ファイル管理部13に出力し（ステップS404）、アドレス位置ファイルの作成を終了する。なお、SCSIアドレス、先頭アドレス、アドレス領域及びシリンダ位置は、組になっており、1つのファイル作成要求に対して、少なくとも1組のSCSIアドレス、先頭アドレス、アドレス領域及びシリンダ位置が出力される。また、先頭アドレスは、後述するアクセス位置情報とされる。

【0153】ここで、図4に示すステップS401～S403を繰り返した場合の具体例について説明する。上述したステップS401～S403の処理を m 回繰り返し、 m 回のステップS401において、 d_1, d_2, \dots, d_m で表されるSCSIアドレスが選択され、SCSIアドレス d_1 に対応する先頭アドレス a_{11} が選択され、同様に、SCSIアドレス d_2, \dots, d_m については、先頭アドレス a_{21}, \dots, a_{m1} が選択されたとする。ステップS402において、先頭アドレス a_{11} からアドレス領域として $(a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n})$ が算出され、同様に、先頭アドレス a_{21}, \dots, a_{m1} それぞれについては、 $(a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n}), \dots, (a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{mn})$ が算出されたとする。ステップS404において、アドレス位置ファイル管理部13に出力されるアドレス領域の順序は、 $a_{11}, a_{21}, a_{31}, \dots, a_{m1}, a_{12}, a_{22}, \dots, a_{1n},$

a_{1n}, \dots, a_{mn} (m は1以上の整数、 n は2以上の整数)である。この順序に従って書き込みが行われれば、ビデオデータや静止画データ等は分散配置されることとなる。

【0154】図2において、アドレス位置ファイル管理部13は、アドレス位置ファイル作成部12によって作成されるすべてのアドレス位置ファイルを、図5に示すような、アドレス位置リストとして管理する。ここで、図5(a)は、アドレス位置リストが、ファイル作成要求番号とアドレス位置情報とを組にして、アドレス位置ファイル进行管理することを示している。また、図5(b)は、図5(a)に示す1つのアドレス位置情報が、複数のアクセス位置情報(前述した先頭アドレス)、SCSIアドレス、アドレス領域及びシリンダ位置の組からなることを示している。

【0155】アドレス位置リスト参照部14は、キュー入力部42からの指示に回答して、アドレス位置情報をアドレス位置リストから取り出し、出力する(詳細については後述する)。さらに、アドレス位置リスト参照部14は、記憶デバイス2に格納されているアドレス位置ファイルを読み出すための読み出し要求を作成し、要求受け付け部3に出力する(詳細は後述する)。この読み出し要求によって読み出されたアドレス位置ファイルを参照して、外部装置(特にビデオカメラ等)はビデオデータや静止画データ等の書き込み要求を生成し、また、外部装置(テレビやコンピュータ等)はビデオデータや静止画データ等の読み出し要求を生成する。

【0156】ファイル書き込み要求出力部15は、アドレス位置リスト(図5参照)にアドレス位置ファイルが記入される毎に、当該ファイルを取り出して保持する。次に、ファイル書き込み要求出力部15は、ファイル書き込み要求を生成し、要求受け付け部3に出力した後、保持しているアドレス位置ファイルを、記憶デバイス2に出力する。これによって、アドレス位置ファイルは、上述したように、記憶デバイス2に格納される。この記憶デバイス2上のアドレス位置ファイルは、上述したように、アドレス位置リスト参照部14によって読み出され、外部装置が読み出し要求や書き込み要求を作成するために利用される。

【0157】次に、図1に示す要求受け付け部3について説明する。上述したように、外部装置は、アドレス位置ファイルを参照し、自身が生成したビデオデータ等を記憶デバイス2に書き込むための書き込み要求、又は、記憶デバイス2に既に格納されているビデオデータ等を読み出すための読み出し要求を生成し出力する。この書き込み要求及び読み出し要求は、アドレス位置ファイルのアクセス位置情報を含んでおり、今、アクセス位置情報 $a_{11} \sim a_{m1}$ (前述)を含んでいるとする。要求受け付け部3は、入力する書き込み要求又は読み出し要求に含まれるアクセス位置情報に対応するSCSIアドレスを

アドレス位置リスト参照部14に問い合わせる。アドレス位置リスト参照部14は、この問い合わせに回答して、アクセス位置情報 $a_{11} \sim a_{m1}$ に対応するSCSIアドレス $d_1 \sim d_m$ をアドレス位置リスト(図5参照)から取り出し、要求受け付け部3に出力する。要求受け付け部3は、SCSIアドレス $d_1 \sim d_m$ を持つ記憶デバイス2の要求制御部4に、入力した書き込み要求又は読み出し要求を振り分ける。なお、以下の説明においては、SCSIアドレス d_1 を持つ記憶デバイス2の前段に設置される要求制御部4の動作について説明する。SCSIアドレス $d_1 \sim d_m$ を持つ記憶デバイス2の前段に設置されるものの動作は、同様であるため説明を省略する。

【0158】次に、要求制御部4の説明に先だって、上述した書き込み要求及び読み出し要求について説明する。要求制御部4に入力する読み出し要求及び書き込み要求はそれぞれ、優先度、遅延限界時間、アクセス位置及びデータサイズの情報を含んでいる。優先度情報は、「読み出し」と「書き込み」の2種類に大別され、入力した要求が読み出し要求か書き込み要求かの判断を可能とする。さらに、「読み出し」に関する優先度情報は、「最優先」、「優先」及び「非優先」の3種類に細分される。したがって、優先度情報は4種類存在し、要求制御部4は、優先度情報毎に異なる処理を実行する。「最優先」を含む読み出し要求(以下、「最優先要求」と称する)は、最も早期にコマンドとして記憶デバイス2に発行されるように処理される。したがって、外部装置は、最優先要求を用いれば、最も高速にビデオサーバによるサービス(ビデオデータの読み出し開始や読み出し箇所の変更等)を受けられる。また、「優先」を含む読み出し要求(以下、「優先要求」と称する)は、早期にコマンドとして発行されるように処理される。したがって、外部装置は、優先要求を用いれば、最優先要求よりは遅くなるが、高速にビデオサーバによるサービスを受けられる。これらによって、リアルタイム性を満たさなければならないビデオデータ等を高いレスポンスで外部装置を送出することが可能となる。また、「非優先」を含む読み出し要求(以下、「非優先要求」と称する)は、最も遅くコマンドとして発行されるように処理される。これによって、静止画データやコンピュータデータ等のリアルタイム性を満たさなくてもよいデータを区別することが可能となる。遅延限界時間は、読み出し要求又は書き込み要求が要求制御部4に到着してから、記憶デバイス2で処理(読み出し又は書き込み)が終了するまでにかかって最もよい時間の最大値である。要求制御部4は、この遅延限界時間を超えないように、優先の読み出し要求又は書き込み要求をコマンドとして発行する。遅延限界時間を守るようにコマンドを発行することによって、ビデオデータが外部装置によって再生される際に、映像が途切れたり、音声が飛んだりすることを防止

できる。アクセス位置情報については、前述した通りであるため、その説明を省略する。データサイズの情報、記憶デバイス2から読み出されたり、記憶デバイス2に書き込まれたりするビデオデータ、静止画データ又はコンピュータデータの大きさである。

【0159】図6は、要求制御部4（図1参照）の詳細なブロック構成を示し、併せて、位置情報管理部1や記憶デバイス2等との接続関係を示す。図6において、要求制御部4（点線内部参照）は、優先度管理部41と、キュー入力部42と、キュー管理部43と、許容遅延管理部44と、バッファメモリ管理部45と、状態テーブル46と、コマンド発行処理部47と、コマンド終了処理部48とを含む。以下、各構成について説明する。

【0160】先ず、優先度管理部41（図6参照）について、図7を参照して説明する。優先度管理部41は、図7（a）に示すように、優先度情報管理部411と第1状態テーブル更新部412とを含む。優先度情報管理部411は、要求制御部4内に存在する要求（読み出し要求及び／又は書き込み要求）の優先度情報を管理するため、図7（b）に示すような、優先度情報リストを持つ。優先度情報管理部411は、要求受け付け部3から連続的に入力される要求に、順次的な要求番号を付した後、当該要求から優先度情報を取り出し、当該要求番号及び優先度情報を優先度情報リストに記入する。その後、優先度情報管理部411は、今回記入した優先度情報と、同一の優先度情報が優先度情報リストに既に記入されているか否かを調べ、同一の優先度情報が未だ記入されていないと判断した場合、記入した優先度情報を含む状態テーブル更新指示を生成して、第1状態テーブル更新部412に出力する。さらに、優先度情報管理部411は、優先度情報更新指示部473（後述）からの通知に応答し、当該通知に含まれる要求番号及び優先度情報を、優先度情報リストから削除する。その後、優先度情報管理部411は、今回削除した優先度情報と、同一の優先度情報が優先度情報リストにまだ残っているか否かを調べ、残っていないと判断した場合、削除した優先度情報を含む状態テーブル更新指示を生成して、第1状態テーブル更新部412に出力する。

【0161】第1状態テーブル更新部412は、優先度情報管理部411から入力した状態テーブル更新指示に含まれる優先度情報に基づいて、状態テーブル46（後述）を更新する。これによって、状態テーブル46は、要求制御部4内に存在する要求の種類（最優先要求、優先要求、非優先要求、書き込み要求）に応じた状態番号に更新される（詳細は後述する）。

【0162】キュー入力部42（図6参照）は、要求受け付け部3から入力される要求に、連続的な要求番号（優先度情報管理部411にて付される要求番号と同一）及び到着時刻を付した後、当該要求がつながれるキュー（優先キュー、書き込みキュー又は非優先キュー

（図2参照））及び位置を、許容遅延情報リスト（図10（b）参照）を参照しつつ、図8に示すような規則に基づいて決定する。キュー入力部42は、最優先要求を優先キューにつなぎ、しかも、このとき、優先キューに既につながれているすべての要求（最優先及び／又は優先要求）が許容遅延値（図10（b）参照）の範囲で処理（読み出し）されるように、なおかつ、既につながれている最優先要求よりも先に処理（読み出し）されないような範囲で、可能な限り優先キューの先頭に最優先要求をつなぐ（図8参照）。また、キュー入力部42は、優先要求を優先キューにつなぎ（図8参照）、しかも、このとき、アドレス位置ファイルのシリンダ位置と許容遅延情報リスト（図10（b）参照）とを参照して、当該優先要求をつなぐ。また、キュー入力部42は、図8に示すように、非優先要求及び書き込み要求を非優先キュー及び書き込みキューの最後尾に格納するよう決定する。なお、キュー入力部42は、上記のようにして決定したキュー及びそのキューにおける位置と、要求受け付け部3から入力した要求及びそれに付した要求番号とを、キュー管理部43に出力し、さらに、要求番号、到着時刻、優先度情報、遅延限界時間、アクセス位置情報及びデータサイズを許容遅延情報管理部441（図10参照）に出力する。

【0163】キュー管理部43（図6参照）は、3種類のキュー、つまり、優先キューと、書き込みキューと、非優先キューとを含み、キュー入力部42からの入力する要求を、当該要求とともに入力する情報に基づいて、いずれかのキューにつなぐ。また、キュー管理部43は、3種類のキューを管理するため、図9に示すような、キュー管理リストを持つ。図9において、キュー管理リストは、要求番号、優先度情報、キューの種類、そのキューにおける格納位置と、アドレス位置情報とを1組にして保持し、3種類のキューにつながる要求を管理する。キュー管理部43は、キュー入力部42から入力する要求から取り出す優先度情報及びアドレス位置情報を、さらに、キュー入力部42から併せて入力する要求番号、キューの種類及びそれにおける位置を、キュー管理リストに記入する。さらに、キュー管理部43は、後述するコマンド発行部471により選択され、コマンドとして発行される要求の情報を、キュー管理リストから削除する。

【0164】次に、許容遅延管理部44（図6参照）を、図10を参照して説明する。許容遅延管理部44は、図10（a）に示すように、許容遅延情報管理部441と、優先読み出し許容時間最小値管理部442と、書き込みキュー先頭要求の処理時間管理部443と、第2状態テーブル更新部444とを含む。許容遅延情報管理部441は、図10（b）に示すような、許容遅延情報リストを持ち、キュー入力部42から入力される情報（上述）を参照し、以下に示す算出方法を用いることに

よって、入力される要求番号毎に許容遅延値、終了予定時刻及び見積もり処理時間を求め、これらを許容遅延情報として当該許容遅延情報リストに記入する。許容遅延情報管理部441は、許容遅延情報の他にも、キュー入力部42から入力される優先度情報も許容遅延情報リストに記入する。さらに、許容遅延情報管理部441は、許容遅延情報補正指示部483並びに第1及び第2許容遅延情報更新指示部472及び484からの指示に回答*

$$\text{見積もり処理時間（読み出し）} = \text{シーク時間} + \text{平均回転待ち時間} + \text{データ転送時間} + \text{オーバーヘッド} \cdots (1)$$

シーク時間は、許容遅延情報管理部441によって、キュー入力部42から入力されるアクセス位置情報を参照して求められる。より具体的には、まず、直前に処理される要求のアドレス位置情報と、見積もり処理時間（読み出し）を求める要求のアドレス位置情報とのシリンダ距離が求められる。シーク時間は、このシリンダ距離を、記憶デバイス2（例えば、ハードディスク）のヘッドが移動する時間である。なお、許容遅延情報管理部441は、シリンダ距離からシーク時間を算出する関数を予め記憶している。平均回転待ち時間は、記憶デバイス2の回転速度に基づいて算出される。データ転送時間は、見積もり処理時間（読み出し）を求める要求が持つアドレス位置情報、そのアドレス位置におけるデータの記録密度、及び記憶デバイス2の回転速度に基づいて算出される。オーバーヘッドは、例えば、ビデオデータ等のサイズに相当するデータを所定回数読み出した場合の実測時間の平均値から、平均シーク時間と平均回転待ち時間と平均データ転送時間とを合計した時間を減算して求められる。したがって、このオーバーヘッドは、キュー入力部42から出力される要求が持つデータサイズの情報に応じて変化する。

【0166】また、見積もり処理時間（書き込み）は、単位ブロックと同一サイズを有するデータを所定回数連続して書き込んだ場合に、当該書き込みに要した実測時間の集合において、99.99%の信頼限界となる処理時間を用いる。なお、見積もり処理時間（読み出し）に、同様の算出方法を用いてもよい。

【0167】終了予定時刻は、同一のキュー（優先キュー、書き込みキュー又は非優先キュー）の先頭から順番に要求がコマンドとして発行されると仮定した場合に、当該要求についての処理（読み出し又は書き込み）が終了すると予想される時刻である。つまり、終了予定時刻は、同一のキューにおいて、対象となる要求の直前につながれている要求の終了予定時刻に、当該対象となる要求の見積もり処理時間を加算して得られる。なお、各要求の終了予定時刻は、同一のキューにつながれている要求のみを対象として求める。そのため、あるキューがコマンド発行のために選択されると、当該あるキュー以外のキューにつながれている要求の終了予定時刻は変わる。例えば、書き込みキュー内の要求がコマンドとして

*して、許容遅延情報を補正したり、更新する。以下、許容遅延情報について、図10を参照して説明する。

【0165】見積もり処理時間は、本実施形態においては、読み出し要求か書き込み要求かによって異なる。まず読み出し要求の場合について説明する。見積もり処理時間（読み出し）とは、1つの読み出し要求に対応するデータを記憶デバイス2から読み出すのに必要と見積もられる時間であり、次式（1）に基づいて算出される。

発行されると、優先キュー及び非優先キュー内の要求の終了予定時刻は、当該コマンド（書き込み要求）の見積もり処理時間を加算される。

【0168】許容遅延値については、以下の通りである。ある要求についての到着時刻及び遅延限界時間を加算して、当該要求についての処理（読み出し又は書き込み）が終了していなければならない時刻（以下、終了時刻と称する）が求められる。許容遅延値は、終了時刻から終了予定時刻を減算した時間である。つまり、後述するコマンド発行処理部47は、要求が持つ許容遅延値が示す時間分ならばコマンドの発行を遅らせても、当該要求によって、読み出されたり、書き込まれたりするデータのリアルタイム性は保たれる。

【0169】優先読み出し許容時間最小値管理部442は、優先キュー内の要求（最優先及び／又は優先要求）が持つ許容遅延値のうち、最小のもの（以下、「最小許容遅延値」という）を保持する。許容遅延情報管理部441は、許容遅延情報リストから最小許容遅延値を選択し、優先読み出し許容時間最小値管理部442に格納する。書き込みキュー先頭要求の処理時間管理部443は、書き込みキューの先頭に格納される要求が持つ見積もり処理時間（書き込み）を保持する。第2状態テーブル更新部444は、許容遅延情報リストを参照して、書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上か否かを調べる。次に、第2状態テーブル更新部444は、最小許容遅延値と、書き込みキューの先頭の要求が持つ見積もり処理時間（書き込み）とを比較し、当該最小許容遅延値の方が小さい場合、優先キュー内の要求が持つ許容遅延値に余裕がないと判断する。第2状態テーブル更新部444は、書き込み要求の許容遅延値、及び、優先キュー内の要求が持つ許容遅延値の余裕に基づいて、状態テーブル46を更新する。

【0170】ここで、最優先要求が入力する場合のキュー入力部42の動作を、図11に示すフローチャートを参照して説明する。

【0171】キュー入力部42は、要求受け付け部3から最優先要求が到着すると（ステップS1101）、当該要求に要求番号及び到着時刻を付す。次に、キュー入力部42は、他の最優先要求が既に優先キュー内につながれているか否かを調べ（ステップS1102）、他の

最優先要求がつながれていないと判断すると、優先キューの先頭につながれている優先要求をサンプル要求kとして設定し（ステップS1103）、ステップS1108（後述する）に進む。

【0172】キュー入力部42は、ステップS1102で、他の最優先要求がつながれていると判断すると、当該優先キューの最後尾に最優先要求がつながれているか否かを、キュー管理リストを参照して調べる（ステップS1104）。キュー入力部42は、最後尾に最優先要求がつながれていると判断すると、到着した最優先要求を優先キューの最後尾につなぐ（ステップS1105）。その後、キュー入力部42は、キュー管理部43及び許容遅延情報管理部441にキュー管理リスト（図9参照）及び許容遅延情報リスト（図10参照）を更新させる（ステップS1106）。

【0173】キュー入力部42は、ステップS1106において、入力した最優先要求が持つアクセス位置情報を取り出して、アドレス位置リスト参照部14に出力する。アドレス位置リスト参照部14は、受け取ったアクセス位置情報に対応するアドレス位置情報を、アドレス位置ファイル管理部13から取り出し、キュー入力部42に出力する。キュー入力部42は、受け取ったアドレス位置情報と、自身が最優先要求に付した要求番号と、当該最優先要求をつないだキューの種類及び位置とをキュー管理部43に出力する。キュー管理部43は、受け取った要求番号、アドレス位置情報、最優先要求がつながれたキューの種類（優先キュー）及び優先キュー内の位置をキュー管理リストに記入して更新する。さらに、キュー入力部42は、ステップS1106において、自身が最優先要求に付した要求番号及び到着時刻、最優先要求の添付情報（優先度情報、遅延限界時間、アクセス位置情報及びデータサイズの情報）、並びに、更新されたキュー管理リストに保持されており、当該要求番号に対応するキューの種類及びキューにおける位置を許容遅延情報管理部441に出力する。許容遅延情報管理部441は、要求番号及び優先度情報を許容遅延情報リストに記入し、さらに、キュー管理リストから取り出した情報及びキュー入力部42から受け取った情報に基づいて、上述した見積もり処理時間（読み出し）、許容遅延値及び終了予定時刻を算出し、許容遅延情報リストに記入して更新する。

【0174】キュー入力部42は、ステップS1104で、最後尾に最優先要求がつながれていないと判断すると、優先キューの最後尾に対して、最も近くにつながれている最優先要求の直後につながれている優先要求を、キュー管理リストの中から選択し、当該優先要求をサンプル要求kとして設定し（ステップS1107）、ステップS1108に進む。

【0175】キュー入力部42は、到着した最優先要求について、上記サンプル要求kの直前を、到着した最優

先要求をつなぐ位置と仮決めする（ステップS1108）。キュー入力部42は、次に、キュー管理部43及び許容遅延管理部44に、キュー管理リスト及び許容遅延情報リストの内容を、上記の仮決められた位置に基づいて、一時的に更新させる（ステップS1109）。かかる更新の手順については、ステップS1106と同様であるため、その説明を省略する。しかしながら、到着した最優先要求は、上記のサンプル要求kの直前に割り込むことになるので、キュー管理リストには、到着した最優先要求の情報が記入されるだけでなく、当該割り込みによる、優先キュー内での位置のずれが反映される。このずれは、サンプル要求k及びこれの後ろにつながれる要求に生じる。また、許容遅延情報リストには、到着した最優先要求の要求番号、優先度情報及び許容遅延情報が記入されるだけでなく、上記の割り込みによる、優先キュー内での位置のずれが反映される。つまり、サンプル要求k及びこれの後ろにつながれる要求の、許容遅延値、終了予定時刻には、到着した最優先要求の見積もり処理時間が加算される。また、サンプル要求kについては、到着した最優先要求についてのアドレス位置を基準に算出しなければならないため、見積もり処理時間も変更される。

【0176】キュー入力部42は、一時的に更新させた許容遅延情報リストを参照して、このサンプル要求k及びこれより後ろにつながれる要求について、許容遅延値の範囲内で処理（読み出し）できるか否かを判断する（ステップS1110）。キュー入力部42は、サンプル要求k及びこれより後ろにつながれる要求の許容遅延値が、すべて「予め定められた一定値」以上であれば処理可能と判断し、いずれか1つでも「予め定められた一定値」未満であれば処理不可能と判断する。

【0177】キュー入力部42は、ステップS1110で処理可能と判断すると、ステップS1108で仮決めした位置を、到着した最優先要求をつなぐ位置と最終的に決める（ステップS1111）。キュー入力部42は、次に、キュー管理部43及び許容遅延情報管理部441に、現在一時的に更新されているキュー管理リスト及び許容遅延情報リストを確定的なものとさせる（ステップS1112）。

【0178】一方、キュー管理部43は、ステップS1110で処理不可能と判断すると、ステップS1108で仮決められた位置から最優先要求をはずし、さらに、キュー管理部43及び許容遅延情報管理部441に、キュー管理リスト及び許容遅延情報リストをステップS1109より以前の状態に戻させる（ステップS1113）。キュー管理部43は、次に、サンプル要求kが優先キューの最後尾につながれているか否かを調べ（ステップS1114）、最後尾につながれていると判断すると、到着した要求を当該サンプル要求kの直後に、つまり、優先キューの最後尾につなぐ（ステップS110

5)。その後、キュー入力部42は、ステップS1106に進み、前述と同様の処理を実行する（ステップS1106）。

【0179】一方、キュー管理部43は、ステップS1114で、サンプル要求kが最後尾につながれていないと判断すると、当該サンプル要求kの直後の要求を、新たなサンプル要求kとして設定する（ステップS1116）。この後、キュー入力部42は、新たに設定したサンプル要求kに基づいて、ステップS1108以降の処理を繰り返し実行する。キュー入力部42は、最優先要求が到着する毎に、図11に示す処理手順にしたがって、最優先要求を優先キューのどの位置につなぐかを定める。こうして、キュー入力部42は、図8に示した規則のように、最優先要求を優先キューにつなぐ。

【0180】次に、優先要求が入力する場合のキュー入力部42の動作を、図12に示すフローチャートを参照して説明する。

【0181】キュー入力部42は、要求受け付け部3から優先要求が到着すると（ステップS1201）、当該要求に要求番号及び到着時刻を付す。キュー入力部42は、次に、キュー管理リストを参照し、優先キューの最後尾につながれている要求を探して、第1サンプル要求jと設定する（ステップS1202）。キュー入力部42は、次に、キュー管理リストを参照し、第1サンプル要求jが最優先要求であるか否かを調べ（ステップS1203）、最優先要求であると判断すると、当該第1サンプル要求jの直後に、到着した優先要求をつなぐ（ステップS1204）。キュー入力部42は、次に、キュー管理部43及び許容遅延情報管理部441に、キュー管理リスト及び許容遅延リストを更新させる（ステップS1205）。なお、キュー管理部43及び許容遅延情報管理部441の更新動作については、図11のステップS1106と同様であるため、その説明を省略する。

【0182】一方、キュー入力部42は、ステップS1203で、第1サンプル要求jが最優先要求でないと判断すると、当該第1サンプル要求jの直前につながれている要求を、第2サンプル要求iと設定する（ステップS1206）。キュー入力部42は、次に、キュー管理リストを参照し、第1及び第2サンプル要求j及びiのシリンダ位置を取り出し、保持する。キュー入力部42は、次に、到着した優先要求が持つアクセス位置情報を取り出して、アドレス位置リスト参照部14に出力する。アドレス位置リスト参照部14は、受け取ったアクセス位置情報に対応するアドレス位置情報を、アドレス位置ファイル管理部13から取り出し、キュー入力部42に出力する。

【0183】キュー入力部42は、到着した優先要求が、第1及び第2サンプル要求j及びiのシリンダ位置の間のシリンダ位置（アドレス位置情報に含まれる）を持つか否かを判断し（ステップS1207）、第1及び

第2サンプル要求j及びiのシリンダ位置の間にあると判断すると、この間を、到着した優先要求をつなぐ位置と仮決めする（ステップS1208）。キュー入力部42は、次に、キュー管理部43及び許容遅延管理部44に、キュー管理リスト及び許容遅延情報リストの内容を、上記の仮決められた位置に基づいて、一時的に更新させる（ステップS1209）。つまり、到着した優先要求は、上記の第1及び第2サンプル要求j及びiの間に割り込むことになるので、キュー管理リストには、到着した優先要求についての情報が記入されるだけでなく、当該割り込みによる、優先キュー内での位置のずれが反映される。このずれは、第1サンプル要求j及びこれより後ろにつなされる要求に生じる（ただし、本フローチャートの第1回目のループにおいては、第1サンプル要求jのみ）。また、許容遅延情報リストには、到着した優先要求についての要求番号、優先度情報及び許容遅延情報が記入されるだけでなく、上記の割り込みによる、優先キュー内での位置のずれが反映される。つまり、第1サンプル要求j及びこれより後ろにつなされる要求の、許容遅延値、終了予定時刻には、到着した優先要求について算出された見積もり処理時間が加算される。また、第1サンプル要求jが持つ見積もり処理時間は、到着した優先要求についてのアドレス位置を基準に算出しなければならないため、変更される。

【0184】キュー入力部42は、一時的に更新させた許容遅延情報リストを参照して、第1サンプル要求j及びこれより後ろにつなされる要求について、許容遅延値の範囲内で処理（読み出し）できるか否かを判断する（ステップS1210）。キュー入力部42は、第1サンプル要求j及びこれより後ろにつなされる要求の許容遅延値が、すべて「予め定められた一定値」以上であれば処理可能と判断し、いずれか1つでも「予め定められた一定値」未満であれば処理不可能と判断する。

【0185】キュー入力部42は、ステップS1210で処理可能と判断すると、ステップS1208で仮決めした位置を、到着した優先要求をつなぐ位置と最終的に決める（ステップS1211）。キュー入力部42は、次に、キュー管理部43及び許容遅延情報管理部441に、現在一時的に更新されているキュー管理リスト及び許容遅延情報リストを確定的なものとさせる（ステップS1212）。このように、ステップS1210に示した条件を満足する場合、優先キューにおいて、第1サンプル要求jと第2サンプル要求iとの間に、到着した優先要求をつないでも、当該第1サンプル要求j及びこれより後ろにつなされる要求、許容遅延値を超えて処理（読み出し）されることはない。しかも、第2サンプル要求i、到着した優先要求及び第1サンプル要求jのシリンダ位置は、昇順又は降順に並ぶこととなり、シーク時間を短縮することができる。

【0186】一方、キュー管理部43は、ステップS1

210で処理不可能と判断すると、ステップS1208で仮決められた位置から優先要求をはずし、さらに、キュー管理部43及び許容遅延情報管理部441に、キュー管理リスト及び許容遅延情報リストをステップS1209よりも以前の状態に戻させる(ステップS1213)。キュー管理部43は、次に、ステップS1204に移り、到着した優先要求を、優先キューの最後尾につないで、ステップS1205に進み、前述と同様の処理を実行する。

【0187】また、キュー入力部42は、ステップS1207で、到着した優先要求のシリンダ位置が第1及び第2サンプル要求j及びiのシリンダ位置の間にあると判断すると、キュー管理リストを参照し、第1サンプル要求jが優先キューの先頭につながれている要求か否かを調べる(ステップS1215)。キュー入力部42は、ステップS1215で、第1サンプル要求jが先頭につながれていると判断すると、上述したステップS1204及びS1205を実行する。なお、本実施形態において、キュー入力部42は、優先キューにつながれている最優先又は優先要求を、第1サンプル要求jとして設定する。しかし、キュー入力部42は、この処理に加えて、記憶デバイスで処理中のコマンド(コマンドとして発行された要求)を第1サンプル要求jと設定し、さらに、優先キューの先頭につながれている最優先又は優先要求を第2サンプル要求として設定するようにしてもよい。これについては、キュー管理リストのキューの種類欄に、前述した優先キュー、書き込みキュー及び非優先キューが記入されるだけでなく、さらに記憶デバイスで処理中という意味を示す情報が記入されるようにしておく。こうすると、キュー入力部42は、現在、記憶デバイスで処理中のコマンドに対応する要求を把握することができるため、当該要求を第1サンプル要求jとして設定することができるようになる。一方、キュー入力部42は、ステップS1215で、第1サンプル要求jが先頭につながれていないと判断すると、第2サンプル要求iを、第1サンプル要求kと更新し(ステップS1216)、ステップS1203に移る。その後、キュー入力部42は、再度ステップS1203以降の処理を実行する。この結果、キュー入力部42は、到着した優先要求を、既に優先キューにつながれている最優先要求より後ろであって、可能な限りシーク時間を短縮できるようにつなぐ。

【0188】ところで、外部装置やファイル書き込み要求出力部15から出力されるビデオデータ等やアドレス位置ファイルは、バッファメモリ(図示せず)に一時的に格納された後、記憶デバイス2上に書き込まれる。すなわち、バッファメモリには、書き込み待ちのビデオデータや静止画データ等又はアドレス位置ファイルが格納される。次に、バッファメモリに格納されている書き込み待ちデータを量(すなわち、バッファメモリの使用容

量)を管理するバッファメモリ管理部45(図6参照)について、図13を参照して、説明する。図13において、バッファメモリ管理部45は、使用容量管理部451と、しきい値管理部452と、第3状態テーブル更新部453とを含む。使用容量管理部451は、所定時間毎(後述する使用容量更新指示部485からの指示がある毎)に、バッファメモリの使用容量を検出し、保持する。しきい値管理部452は、予め定められたしきい値を保持する。第3状態テーブル更新部453は、使用容量管理部451及びしきい値管理部452により保持されている使用容量及びしきい値を比較し、その比較結果に基づいて、状態テーブル46を更新する。

【0189】次に、状態テーブル46(図6参照)について説明する。状態テーブル46は、要求制御部4の内部状態を示すテーブルであって、前述から明らかなように、第1、第2及び第3状態テーブル更新部412、444及び453により更新される。この要求制御部4の内部状態は8種類ある。状態テーブル46は、以下のような、要求制御部4の内部状態に関する情報(8種類)を保持する(なお、情報には、状態番号“1”～“8”を付す)。状態番号“1”は、“使用容量がしきい値以上である”を意味する。状態番号“2”は、“使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」未満である”を意味する。状態番号“3”は、“使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、なおかつ最優先要求がある”を意味する。状態番号“4”は、“使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕がなく、なおかつ最優先要求がない”を意味する。状態番号“5”は、“使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕があり、かつ最優先要求がなく、なおかつ書き込み要求がある”を意味する。状態番号“6”は、“使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕があって、かつ最優先要求、書き込み要求及び優先要求がなく、なおかつ非優先要求がある”を意味する。状態番号“7”は、“使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕があって、かつ最優先要求、書き込み要求、優先要求及び非優先要求がない”を意味する。

【0190】要求制御部4の内部状態は、上述した8種類のいずれかに該当し、要求（読み出し又は書き込み）が到着したり、要求についての読み出し又は書き込みが終了したりすると変化し、さらに、バッファメモリの使用容量に応じて変化する。状態テーブル46は、第1、第2及び第3状態テーブル更新部412、444及び453に更新されることによって、更新時における要求制御部4の内部状態を状態番号を用いて保持する。コマンド発行処理部47は、状態テーブル46が保持する状態番号に基づいて、記憶デバイス2に対してコマンドを発行する。以下、このコマンド発行処理部47について、図14を参照して、詳細に説明する。図14において、コマンド発行処理部47は、コマンド発行部471と、第1許容遅延情報更新指示部472と、優先度情報更新指示部473とを含む。

【0191】コマンド発行部471は、状態テーブル46が保持する状態番号に基づいて、優先キュー、書き込みキュー又は非優先キューの中から、キューを1つ選択し、選択したキューの先頭につながれている要求（読み出し又は書き込み）をコマンドとして、記憶デバイス2に対して発行する。記憶デバイス2は、コマンドに回答して、データを書き込んだり、読み出したりする。ここで、図15は、上述した状態番号と、コマンド発行部471により選択されるキューとの関係を説明するための図である。図15において、状態番号及び状態の欄には、上述した状態番号1～8及びその内容が記入されており、選択キューの欄には、コマンド発行部471がコマンドとして発行する要求をつないでいるキューが記入されている。より具体的には、コマンド発行処理部47は、状態テーブル46が、状態番号“1”、“2”又は“5”を保持している場合、書き込みキューの先頭につながれている書き込み要求をコマンドとして発行し、状態番号“3”、“4”又は“6”を保持している場合、優先キューの先頭につながれている最優先又は優先要求をコマンドとして発行し、状態番号“7”を保持している場合、非優先キューの先頭につながれている非優先要求をコマンドとして発行し、さらに、状態番号“8”を保持している場合、何もしない。コマンド発行部471は、いずれかのキューにつながれている要求をコマンドとして発行すると、キュー管理部43に、キュー管理リストから当該要求に対応する要求番号等を削除させ、さらに、当該要求番号を、第1許容遅延情報更新指示部472、優先度情報更新指示部473及び終了通知受け付け部481（後述）に通知する。

【0192】第1許容遅延情報更新指示部472は、書き込みキューの先頭につながれている要求がコマンドとして発行された場合に、その旨を許容遅延情報管理部441に出力し、許容遅延情報の更新を指示する。許容遅延情報管理部441は、この指示に回答して、コマンドとして出力された書き込み要求が持つ見積もり処理時間

（書き込み）を、優先キュー内の最優先及び優先要求が持つ許容遅延値及び終了予定時刻に加算し、さらに当該書き込み要求が持つ許容遅延情報を削除する。前述したように、終了予定時刻は、同一のキューにつながる要求のみを対象とするため、書き込み要求がコマンドとして発行されると、優先キューにつながる最優先又は優先要求の許容遅延値と終了予定時刻とを更新する必要がある。さらに、許容遅延情報管理部441は、更新された許容遅延情報リストにおいて、書き込みキューの先頭につながる書き込み要求が持つ見積もり処理時間（書き込み）を出力し、書き込みキュー先頭要求の処理時間管理部443が保持する情報を更新する。優先度情報更新指示部473は、3種類のうちのいずれかのキューから要求がコマンドとして発行された場合に、当該要求が持つ優先度情報を優先度情報管理部411に出力し、優先度情報の更新を指示する。優先度情報管理部411は、この指示に回答して、図7を参照して説明した処理（上述）を実行する。

【0193】記憶デバイス2は、本記憶デバイス制御装置から受け取ったコマンドに回答して、上述したバッファメモリに一時的に格納されているビデオデータ等を、内部の記憶媒体（磁気ディスク等）に書き込んだり、既に書き込まれているビデオデータ等を記憶媒体から読み出したりした後、書き込みや読み出しの終了時刻を含む終了通知をコマンド終了処理部48に出力する。次に、コマンド終了処理部48について、図16を参照して説明する。図16において、コマンド終了処理部48は、終了通知受け付け部481と、次コマンド発行指示部482と、許容遅延情報補正指示部483と、第2許容遅延情報更新指示部484と、使用容量更新指示部485とを含む。終了通知受け付け部481は、記憶デバイス2及びコマンド発行部471から受け取る終了通知及び要求番号を、次コマンド発行指示部482と、許容遅延情報補正指示部483と、第2許容遅延情報更新指示部484と、使用容量更新指示部485とに出力する。

【0194】次コマンド発行指示部482は、終了通知を受け取ると、新たなコマンドの発行するように、コマンド発行部471に出力して指示する。コマンド発行部471は、この支持を受け取ると、図15に示すテーブルを参照して選択するキューの先頭につながれている要求をコマンドとして発行する。許容遅延情報補正指示部483は、終了通知を受け取ると、要求番号及び書き込み又は読み出しの終了時刻を取り出して、許容遅延情報管理部441に許容遅延情報リスト（図10（b）参照）の補正を指示する。前述したように、許容遅延情報リストには、終了予定時刻が記入されている。この終了予定時刻は、あくまでも書き込み又は読み出しの終了予定時刻であり、終了時刻は、現実の処理終了時刻であるので、両者の間には時間差が生じる。それゆえに、現時点で許容遅延リストに記入されている要求すべての終了

予定時刻が変わり、さらに、終了予定時刻に基づいて算出される許容遅延値も変わる。許容遅延情報管理部441は、許容遅延情報補正指示部483からの指示に应答して、上述した時間差を算出し、許容遅延リストに記入されている終了予定時刻及び許容遅延値に、当該時間差を反映させる。これに伴い、優先読み出し許容時間最小値管理部442が保持する値も変わる。

【0195】第2許容遅延情報更新指示部484は、終了通知を受け取ると、要求番号を取り出して、許容遅延情報管理部441に許容遅延情報リストの更新を指示する。許容遅延情報管理部441は、この指示に应答して、要求番号に対応する許容遅延情報を許容遅延情報リストから削除する。これに伴って、優先読み出し許容時間最小値管理部442や書き込みキュー先頭要求の処理時間管理部443が保持する値も変わりうる。使用容量更新指示部485は、終了通知を受け取ると、使用容量管理部451にバッファメモリの使用容量を更新させる。また、第3状態テーブル更新部453は、この更新によって、使用容量としきい値との大小関係が変化した場合には、状態テーブル46を更新する。

【0196】上述したように、本記憶デバイス制御装置は、整数個の単位ブロックを連続的に格納しうるアドレス領域を、アドレス位置ファイルとして記憶デバイス2に格納する。ビデオデータや静止画データ等を構成する単位ブロックは、アドレス位置ファイルに基づいて記憶デバイスに格納されるので、当該ビデオデータや静止画データは、複数の記憶デバイス2内に分散配置されることがとなる。また、外部装置は、ビデオデータ等を読み出す場合、最優先又は優先要求を記憶デバイス制御装置に送信する。記憶デバイス制御装置は、到着した最優先又は優先要求について、遅延限界値を守るようにコマンドとして発行される順序を決める。そのため、外部装置がビデオデータ等を再生した場合に、映像が途切れたり、音声が飛んだりしない。また、優先要求については、特に、可能な限りビデオデータ等のアクセス位置（シリンダ位置）が連続するように、コマンドとして発行される順序が決められる。したがって、記憶デバイス2のヘッドがシリンダ間を移動する時間（距離）を短くでき、ビデオデータ等の読み出しに必要となる時間を短くできる。これによって、従来のものと比較して、単位時間当たりで多数の要求を遅延限界値を満たす範囲でコマンドとして発行することができ、記憶デバイス2の使用効率が向上する。その結果、本記憶デバイス制御装置が主として適用されるビデオサーバは、同一のビデオデータ等を多数格納する必要がなくなり、高価な記憶デバイスの数を減らすことができる。

【0197】また、本記憶デバイス制御装置は、記憶デバイス2において、読み出し又は書き込みが終了した時刻（終了時刻）が、当初の終了予定時刻と異なる場合に許容遅延情報リスト内の許容遅延値を補正する。これに

よって、さらに多数の要求を遅延限界値を満たす範囲でコマンドとして発行でき、記憶デバイス2の使用効率が向上する。

【0198】また、本記憶デバイス制御装置は、バッファメモリの使用容量がしきい値以上となった場合、たとえば、最優先又は優先要求が遅延限界値を超えていたとしても、書き込みキューの先頭につながれている書き込み要求をコマンドとして発行する。これによって、バッファメモリがオーバーフローすることがなくなり、外部装置からのビデオデータや静止画データ等は、確実に記憶デバイスに書き込まれる。さらに、本記憶デバイス制御装置によれば、書き込みにおいても遅延限界値が守られる。したがって、外部装置からのビデオデータ等は、予め定められた時間内に記憶デバイス2に書き込まれ、当該時間を過ぎれば即座に読み出せる状態になる。つまり、本記憶デバイス制御装置は、所定時刻になると一斉に読み出される可能性があるビデオデータ（例えば、ニュース）を、当該所定時刻までに記憶デバイス2に書き込むことができる。

【0199】また、読み出し要求には、最優先、優先及び非優先の優先度情報が規定されている。外部装置は、高速なレスポンスが必要となる処理を記憶デバイス2に対して要求する場合、例えば、アドレス位置ファイルを読み出すとき、ビデオデータ等の読み出し開始や、読み出し箇所の変更等には、最優先の優先度情報を用いて要求（最優先要求）を送信する。記憶デバイス制御装置は、最優先要求については、許容限界値を保証するだけでなく、コマンドとして発行する順序を可能な限り早める。これによって、本記憶デバイス制御装置は、高速なレスポンスが必要となる処理にも対応できる。また、最優先及び優先要求は、優先キューにつながれ、コマンド発行部471は、当該優先キューの先頭につながれている最優先又は優先要求をコマンドとして順次発行する。したがって、本記憶デバイス制御装置によれば、コマンド発行のための判断処理の数が少なくなる。これによっても、記憶デバイスの使用効率が向上する。さらに、外部装置は、遅延限界値を保証する必要がないデータ（コンピュータデータや静止画データ）については非優先要求を送信し、また遅延限界値を保証しなければならないビデオデータ等については最優先又は優先要求を送信して、記憶デバイス2から読み出す。記憶デバイス制御装置は、最優先及び優先要求を優先的にコマンドとして発行し、非優先要求については、優先キュー及び書き込みキューが空の場合にコマンドとして発行する。したがって、本記憶デバイス制御装置が適用されるビデオサーバは、遅延限界時間を保証する必要がないデータと、これを保証しなければならないデータとを共通の記憶デバイスに格納することができるようになる。また、上述した実施形態においては、読み出し要求又は書き込み要求が遅延限界時間を含むものとして説明した。しかし、この

遅延限界時間は記憶デバイス制御装置側で与えてもよい。

【0200】また、コマンド発行部471（図14参照）は、状態テーブル46が保持する状態番号（図15参照）を参照して、コマンド発行のためのキューを1つ選択していた。しかし、記憶デバイス制御装置は、状態テーブル46と、第1、第2及び第3状態テーブル更新部412、444及び453とがなくとも構成できる。この場合、コマンド発行部471は、図17に示すフローチャートに従って、コマンド発行のためのキューを選択する。

【0201】まず、コマンド発行部471は、キュー管理リストを参照し、書き込みキューに書き込み要求がつながれているか否かを調べる（ステップS1701）。コマンド発行部471は、書き込み要求がつながれていないと判断すると、後述するステップS1708に進み（後述）、書き込み要求がつながれていると判断すると、ステップS1702に進む。コマンド発行部471は、ステップS1702において、使用容量管理部451が保持する使用容量と、しきい値管理部452が保持するしきい値とを取り出して、それらの大小を比較する（ステップS1702）。コマンド発行部471は、使用容量がしきい値以上であると判断すると、書き込みキューの先頭につながれている書き込み要求をコマンドとして記憶デバイス2に発行する（ステップS1703；1参照）。なお、この処理は図15に示す状態1の内容をなす。コマンド発行部471は、ステップS1702において、使用容量がしきい値未満であると判断すると、許容遅延情報リスト（図10（b）参照）を参照して、書き込みキューにつながれる要求それぞれの許容遅延値が「予め定められた一定値」未満か否かを調べる（ステップS1704）。コマンド発行部471は、許容遅延値が「予め定められた一定値」未満であると判断すると、ステップS1703での処理に進み、書き込みキューの先頭につながれている書き込み要求をコマンドとして発行する（ステップS1703）。なお、この処理は図15に示す状態2の内容をなす。

【0202】コマンド発行部471は、ステップS1704において、許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であると判断すると、優先度情報リストを参照し、最優先要求が優先キューにつながれているか否かを調べ（ステップS1705）、最優先要求がつながれていると判断すると、優先キューの先頭につながれている読み出し要求をコマンドとして記憶デバイス2に発行する（ステップS1706）。この処理は図15に示す状態3の内容をなす。コマンド発行部471は、ステップS1705において、最優先要求がつながれていないと判断すると、書き込みキュー先頭要求の処理時間管理部443が保持している処理時間が、優先読み出し許容時間最小値管理部442が保持している許容時間よりも短い

か否かを、つまり、書き込みキューの先頭につながれている書き込み要求についての書き込みが、優先キュー内の要求それぞれが持つ許容遅延値の時間内に終わるか否かを調べる（ステップS1707）。コマンド発行部471は、書き込みが終わると判断すると、ステップS1703に進み、書き込みキューの先頭につながれている書き込み要求をコマンドとして発行する（ステップS1703）。なお、この処理は図15に示す状態5の内容をなす。一方、コマンド発行部471は、ステップS1707において、書き込みが終わらないと判断すると、ステップS1706での処理に進み、優先キューの先頭につながれている読み出し要求をコマンドとして記憶デバイス2に発行する（ステップS1706）。この処理は図15に示す状態4の内容をなす。

【0203】次に、コマンド発行部471は、ステップS1701において、書き込み要求がつながれていないと判断すると、優先度情報リストを参照して、最優先又は優先要求が優先キューにつながれているか否かを調べる（ステップS1708）。コマンド発行部471は、優先キューに要求がつながれていると判断すると、ステップS1706に進み、優先キューの先頭につながれている読み出し要求をコマンドとして記憶デバイス2に発行する（ステップS1706）。この処理は図15に示す状態6の内容をなす。一方、コマンド発行部471は、ステップS1708において、優先キューに要求がつながれていないと判断すると、優先度情報リストを参照して、非優先キューに非優先要求がつながれているか否かを調べる（ステップS1709）。コマンド発行部471は、非優先キューに要求がつながれていると判断すると、非優先キューの先頭につながれている非優先要求をコマンドとして記憶デバイス2に発行する（ステップS1710、図14状態7参照）。一方、コマンド発行部471は、非優先キューに非優先要求がつながれていないと判断すると、どのキューにも要求がつながれていないと判断し、コマンドを発行しない（ステップS1711）。コマンド発行部471は、図17に示すようにして、3種類の中からキューを1つ選択できる。

【0204】また、本実施形態においては、記憶デバイス制御装置は、複数の記憶デバイス2を備える構成としたが、1つの記憶デバイス2であってもよい。また、本実施形態では、データは、複数の記憶デバイス2から整数個の単位ブロックを連続的に格納しうる空き領域が選択され、SCSIアドレスが付された順序に従って記憶デバイス2に書き込まれていた。しかし、これに限定されず、データは、複数の記憶デバイス2から空き領域がランダムに選択されたり、1つの記憶デバイス2のみから空き領域が選択されたりしてもよい。

【0205】また、本実施形態では、優先度情報として4種類（最優先、優先、非優先及び書き込み）を規定したが、複数の優先度を規定すれば本記憶デバイス制御

装置は、上述した効果を奏する。また、本実施形態では、許容遅延値及びデータサイズは、外部装置から到着する要求に含まれるようにしていたが、予め記憶デバイス制御装置に保持させておいてもよい。さらに、本実施形態では、アクセス位置情報は、外部装置から到着する要求に含まれており、ビデオデータ等が格納されるアドレス位置の先頭と規定していた。しかし、アクセス位置情報は、ビデオデータ等が格納される位置が特定できる情報（例えば、トラック位置）であってもよい。また、本実施形態では、キュー管理部43（図6参照）は、3種類のキューを持つよう構成したが、これに限られず、少なくとも1つのキューを持っていればよい。また、許容遅延情報リストに記入される見積もり処理時間（読み出し及び書き込み）の算出方法は、前述に限られず、例えば、ディスクの回転方向に対する記録位置を識別する情報に基づいて、回転待ち時間を算出するなどの方法も考えられる。また、優先キュー内につながる最優先又は優先要求の順序は、前述した方法に限られず、当該要求の先着順で処理する場合と比較して、各要求の処理時間の見積もり処理時間が短くなるように決められればどのような方法でもよい。

【0206】また、上述した位置情報管理部1は、外部からのファイル作成要求に回答して、アドレス位置ファイルを作成する。以下には、位置情報管理部1において、アドレス位置ファイルを作成する機能を持つものを記憶デバイス管理システムと称する。アドレス位置ファイルは、上述した処理によって作成されるものだけでなく、以下の記憶デバイス管理システム（第1～第7の構成例）によって作成してもよい。ただし、以下の構成例におけるアドレス位置ファイルは、SCSIアドレス、MSFSアドレスやブロックアドレス（後述）から構成される点で、上述したアドレス位置ファイルと相違する。

【0207】図18は、本発明の第1の構成例に係る記憶デバイス管理システム（以下、「本システム」という）の構成を示すブロック図である。図18において、本システムは、構成管理部1801と、空き領域管理部1802と、アドレス位置ファイル作成部1803とを備えており、アドレス位置ファイルを作成、つまり、外部の複数の記憶デバイスに、データを分割したブロックを分散配置する際の配置先（データの配置先）を決める。構成管理部1801は、上記記憶デバイスの台数情報と、各記憶デバイスを識別するための第1の識別子とを管理する。空き領域管理部1802は、各記憶デバイスが持つ空き領域を分割した空きブロック（この空きブロックは1つのブロックを格納しうる）を、当該空きブロックのアドレスと第1の識別子とを用いて管理する。なお、空き領域管理部1802は、図2に示す空き領域管理部11に相当するが、上述からも明らかなように、記憶デバイスが持つ空き領域を管理する方法は相違す

る。アドレス位置ファイル作成部1803は、図3に示すフローチャートに従う処理を実行してアドレス位置ファイルを作成し、ブロックごとの配置先を、第1の識別子と空きブロックのアドレスとを用いて決める。なお、アドレス位置ファイル作成部1803は、図2に示すアドレス位置ファイル作成部12に相当するが、以降の説明からも明らかなように、それぞれが内部で実行する処理は相違する。

【0208】図19は、本システムの管理対象である記憶デバイスの構成例を示しており、複数の記憶デバイスとして、3台の記憶デバイス1805a～1805cと、これらに対してデータの書き込みなどを実行する記憶デバイス制御装置1804とを示している。なお、記憶デバイス制御装置1804は、図1に示す要求受け付け部と要求制御部に相当する。このことは、図22に示す記憶デバイス制御装置1806においても該当することである。記憶デバイス1805a、1805b及び1805cには、第1の識別子として、他の記憶デバイスと重複しないSCSIアドレスであるSCSIa、SCSIb及びSCSIcが与えられている。

【0209】本システムが、複数の記憶デバイス（図19参照）向けのアドレス位置ファイルを作成する場合、構成管理部1801は、SCSIa～SCSIcと、記憶デバイスの台数情報としての「3台」とを管理する。空き領域管理部1802は、空きブロックのアドレスを、SCSIアドレス別に管理し、これによって、記憶デバイス1805a～1805c別に空きブロックを管理する。なお、本システムの説明をより具体的にするため、記憶デバイス1805a～1805cは、1000個の空きブロックを有しており、空き領域管理部1802は、「1」～「1000」の空きブロックアドレスを記憶デバイス別に管理する。

【0210】以下、図20に示すフローチャートを参照し、本システムの動作を詳説する。本システムの外部に位置する外部装置（図示せず）は、記憶デバイスにデータを書き込む必要が生じると、このアドレス位置ファイルの作成を要求するためのファイル作成要求を出力する。ファイル作成要求は、データの書き込みに必要な空きブロックの個数を指定する情報（以下、「指定ブロックサイズ」という）を含む。アドレス位置ファイル作成部1803は、外部装置からのファイル作成要求を受け取り（ステップS2001）、これに含まれる「指定ブロックサイズ」を取り出して保持する。

【0211】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、構成管理部1801から、台数情報及び第1の識別子を取り出し（ステップS2002）、管理対象とする記憶デバイスの構成を認識する。具体例として、本システムが図19に示すような複数の記憶デバイスを管理対象とする場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2002で、台数情報「3台」と、SC

SCSIa～SCSIcとを取り出す。これによって、アドレス位置ファイル作成部1803は、図19に示すような、複数の記憶デバイスの構成を認識する。

【0212】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、内部に有しており、ステップS2004（後述）で取り出す空きブロックアドレス数の累計をとるカウンタ部（図示せず）を初期値“0”に設定する（ステップS2003）。

【0213】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、空き領域管理部1802から、ステップS2002で取り出した第1の識別子に対応する空きブロックアドレスを1つずつ取り出す（ステップS2004）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のようにSCSIa～SCSIcを取り出した場合、ステップS2004で、それぞれに対応する空きブロックアドレスとして、例えば「1」を取り出す。

【0214】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第1の識別子とこれに対応する空きブロックアドレスとをまとめた組を作る。その後、アドレス位置ファイル作成部1803は、ランダムな順列を発生させることにより、自身が作った組をランダムに並び替え、アドレス位置ファイルとして管理する（ステップS2005）。つまり、アドレス位置ファイル作成部1803は、自身が作った組数の階乗通りある順列の1つを、データの配置先として決める。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のようにSCSIa、SCSIb及びSCSIcについて空きブロックアドレス「1」を取り出した場合、ステップS2005で、（SCSIa；1）、（SCSIb；1）及び（SCSIc；1）という3つの組を作る。ここで、かっこ内の右側の数字は空きブロックアドレスを示す。その後、アドレス位置ファイル作成部1803は、この3つの組をランダムに並び替える。このようにして、アドレス位置ファイルは、例えば、〔（SCSIb；1）、（SCSIa；1）、（SCSIc；1）〕のように作成される（図21（a）を参照）。

【0215】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2004で取り出した空きブロックアドレスの個数分、カウンタ部をカウンタアップした後、カウンタ部の現在の指示値と指定ブロックサイズとを比較する（ステップS2006）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記現在の指示値が指定ブロックサイズよりも小さい場合、当該指定ブロックサイズ分のアドレス位置ファイルを作成していないとして、再度、ループ（ステップS2004～S2006）を実行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズ以上である場合、当該指定ブロックサイズ分のアドレス位置ファイルを作成したとして、図20に示すフローチャートに従う処理を終了する。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のよ

うに、3個の空きブロックアドレスを取り出した場合、ステップS2006で、カウンタ部を“3”カウンタアップし、現在の指示値“3”と指定ブロックサイズとを比較する。今、現在の指示値“3”が指定ブロックサイズよりも小さいとすると、アドレス位置ファイル作成部1803は、再度、ループを実行する。今回のループでは、アドレス位置ファイルが、〔（SCSIa；2）、（SCSIc；2）、（SCSIb；2）〕と作成されたとする（図21（b）を参照）。その後、アドレス位置ファイル作成部1803は、カウンタ部を“3”カウンタアップし、現在の指示値“6”と指定ブロックサイズとを比較する。このように、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズ以上になるまで、ループを繰り返し実行する。

【0216】ここで、図21に示す第1のアドレス位置ファイル2101は、上記の具体例に沿って作られたものである。なお、図21は、アドレス位置ファイル作成部1803が他のファイル作成要求に応答して作った第2のアドレス位置ファイル2102も示している。第1及び第2のアドレス位置ファイル2101及び2102は、SCSIアドレスと空きブロックアドレスを組として、ブロックを書き込むべき記憶デバイスのアドレス位置を記憶デバイス制御装置1804（図19参照）が一意に把握できるように作成される。記憶デバイス制御装置1804は、入力されるデータをブロックに分割し、当該データとは別経路から入力されるアドレス位置ファイルに従って、ブロックを記憶デバイス1805に書き込む。このとき、記憶デバイス制御装置1804が第1のアドレス位置ファイル2101に従うとすると、最初のブロックは、記憶デバイス1805b（SCSIb）の空きブロックアドレス「1」に書き込まれ、その次のブロックは、記憶デバイス1805a（SCSIa）の空きブロックアドレス「1」に書き込まれる。以降、同様にして、ブロックは順次、（SCSIc；1）、（SCSIa；2）、…で特定される記憶デバイスの空き領域に書き込まれる。これによって、一連のデータは、ブロックごとに複数の記憶デバイスに分散配置されることとなる。

【0217】上述したようにして本システムは、自身が複数の記憶デバイスを管理する場合に、複数の記憶デバイスにデータを均等に分散配置できるように、アドレス位置ファイルを作成する。これによって、データを読み出す場合に、特定の記憶デバイスへのアクセスが集中せず、すべての記憶デバイスに対して均等にアクセスが行われるので、全体として十分に大きい帯域が得られるという効果を奏する。また、データを読み出す場合のアクセスの順番は、第1及び第2のアドレス位置ファイル2101及び2102を参照すれば明らかなように、データごとで互いに異なる。したがって、帯域が互いに異なるデータに対する読み出し要求が同時に発生したとして

も、それぞれを読み出すためのアクセスの順番が互いに異なるため、従来技術で述べたような「アクセスの開始」を意図的にずらす必要がない。これによって、データの要求元は、要求を出してから短時間に当該データを得ることができるという効果を奏する。さらに、互いに帯域の異なるデータが記憶デバイスに混在している場合でも、従来技術で述べたような、帯域の相違によるアクセスのタイミングが一致するというようなことがなくなるという効果を奏する。上記2つの効果は、後で詳説する第2～第7の構成例でも該当することである。

【0218】なお、上述では、本システムは、記憶デバイスすべてにデータを分散配置するようにしているが、一部の記憶デバイスにデータを分散配置するようにしてもよい。このことは、以下に詳説する第3、第5～第7の構成例でも該当する。また、第1又は第2のアドレス位置ファイル2101又は2102を参照すれば明らかなように、各記憶デバイスの空きブロックアドレスは、その順序通りに取り出されていたが、当該空きブロックアドレスはランダムに取り出されてもよい。このことは、後で詳説する第2～第7の構成例でも該当することである。

【0219】次に、本発明の第2の構成例に係る記憶デバイス管理システム（以下、「本システム」という）について説明する。本システムのブロック構成は、図18に示したものと同様であるため、その図示及び概略の説明を省略し、相当する構成については同一の参照番号を用いて以下の説明を行う。ただし、本システムが管理対象とする複数の記憶デバイスなどの構成は図19に示すものと異なり、さらに、本システムの構成各部も、以下に説明するように、第1の構成例において相当するものと異なる。ここで、本システムが管理対象とする複数の記憶デバイスは、予め複数のグループに分けられる。各グループには、それぞれのグループを識別するために、他のグループと重複しない第2の識別子が付されている。また、各記憶デバイスには、同一のグループに属する他の記憶デバイスと重複しない第1の識別子が付されている。

【0220】構成管理部1801は、第1及び第2の識別子と、本システムが管理対象とするすべての記憶デバイスに台数を示す台数情報やグループの数を示すグループ数情報とを管理する。空き領域管理部1802は、各記憶デバイスの空きブロック（第1の構成例参照）を、空きブロックのアドレスと第1及び第2の識別子とを用いて管理する。アドレス位置ファイル作成部1803は、図23に示すフローチャートに従う処理を実行して、ブロックごとの配置先を、第1及び第2の識別子と、空きブロックアドレスとを用いて決める。

【0221】図22は、本システムの管理対象である記憶デバイスの構成例を示しており、複数の記憶デバイスとして、6台の記憶デバイス1807（1807a～1

807f）と、2台の記憶デバイス制御装置1806（1806a及び1806b）と、1台の入出力制御装置1808とを示している。図22において、6台の記憶デバイスのうち3台（記憶デバイス1807a～1807c）は、記憶デバイス制御装置1806aを介して、また、残りの3台（記憶デバイス1807d～1807f）は、記憶デバイス制御装置1806bを介して、入出力制御装置1808に接続されている。記憶デバイス制御装置1806a及び1806bは、記憶デバイス1807a～1807c及び1807d～1807fに対してデータの書き込みなどを実行する。入出力制御装置1808は、本システムから受け取るアドレス位置ファイルに従い、外部から入力したデータを分割したブロック及び当該アドレス位置ファイルを、該当する記憶デバイス制御装置1806a又は1806bに振り分ける。各記憶デバイス1807には、第1の識別子としてSCSIアドレスが付されており、具体的には、記憶デバイス1807a～1807cには、SCSIa～SCSIcが付されており、また、記憶デバイス1807d～1807fにも、SCSIa～SCSIcが付与されている。また、記憶デバイス制御装置1806a及び1806bには、第2の識別子として、互いに重複しないMSFSアドレスであるMSFS1及びMSFS2が付されている。これによって、複数の記憶デバイス1807は、MSFSアドレスによってグループ化され、MSFSアドレスとSCSIアドレスとによって特定される。以下の説明にては、MSFS1及びMSFS2によって特定されるグループをグループ1及びグループ2という。

【0222】本システムが、複数の記憶デバイス（図22参照）に対してアドレス位置ファイルを決める場合、構成管理部1801は、MSFS1及びMSFS2を管理し、さらに、第1の識別子としてSCSIa～SCSIcをMSFS1及びMSFS2それぞれについて管理する。また、構成管理部1801は、グループ数情報として「2」を、さらに、台数情報として「6台」を管理する。空き領域管理部1802は、記憶デバイス1807それぞれが有する「1」～「1000」までの空きブロックアドレスを、MSFSアドレス及びSCSIアドレス別に管理する。

【0223】以下、図23に示すフローチャートを参照し、本システムの動作を詳説する。第1の構成例で説明したのと同様に、外部装置は、「指定ブロックサイズ」を含むファイル作成要求とデータとを出力する。アドレス位置ファイル作成部1803は、外部装置からのファイル作成要求を受け取り（ステップS2301）、これに含まれる「指定ブロックサイズ」を取り出して保持する。

【0224】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、構成管理部1801から、第1及び第2の識別子

と、台数情報及びグループ数情報とを取り出し（ステップS2302）、管理対象とする記憶デバイスの構成を認識する。具体例として、本システムが図22に示すような複数の記憶デバイスを管理対象とする場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2302で、MSFS1及びSCSIa～SCSIcと、MSFS2及びSCSIa～SCSIcとを取り出し、さらに、「6台」という台数情報と「2個」というグループ数情報とを取り出す。これによって、アドレス位置ファイル作成部1803は、図22に示すような記憶デバイ

10 スの構成を認識する。
【0225】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第1の構成例で説明したのと同様のカウン

部を初期値“0”に設定する（ステップS2303）。
【0226】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、すべての記憶デバイスごとに、つまり、ステップS2302の処理によって取り出した第1の識別子ごと（より厳密には、第2及び第1の識別子の組ごと）に選択フラグを設定し、すべての選択フラグを「OFF」にする（ステップS2303）。ここで、「選択フラグ」とは、ステップS2305で、空きブロックアドレスと取り出す記憶デバイスとして既に選択されているか否かを示すフラグである。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、MSFS1及びMSFS2について、SCSIa～SCSIcをそれぞれ取り出した場合、ステップS2304で、「OFF」を示す6個の選択フラグを設定する。

【0227】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第2の識別子で特定されるグループそれぞれから、選択フラグが現在「OFF」を示している第1の識別子を1つずつランダムに選択し、この選択フラグを「ON」に変更し（ステップS2305）、これによって、空きブロックアドレスを取り出す記憶デバイスを選択する。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように6個の選択フラグを設定した場合、ステップS2305において、グループ1及びグループ2の中から、SCSIアドレスを1つずつ選択し、そのSCSIアドレス向けの選択フラグを「ON」にする。このとき、グループ1の中からはSCSIbが、さらに、グループ2の中からはSCSIaが選択されたとする。

【0228】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、各グループに属する記憶デバイスの選択フラグがすべて「ON」を示しているか否かを判断し、すべての選択フラグが「ON」を示している場合にのみ、当該選択フラグを「OFF」に変更し（ステップS2306）、これによって、次のループ（ステップS2305～S2309）でも、すべてのグループから記憶デバイスを選択することが可能となる。例えば、グループ1に属するSCSIa～SCSIc向けの選択フラグが「ON」を示している場合に、アドレス位置ファイル作

成部1803は、ステップS2306で、それらすべてを「OFF」に変更する。

【0229】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、空き領域管理部1802から、ステップS2305で選択した記憶デバイス（第2及び第1の識別子で特定される）に対応する空きブロックアドレスを1つずつ取り出す（ステップS2307）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、グループ1についてはSCSIbを、さらに、グループ2についてはSCSIaを選択した場合、ステップS2307で、それぞれに対応する空きブロックアドレスとして、例えば「1」を取り出す。

【0230】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第2及び第1の識別子とこれに対応する空きブロックアドレスとを一組にまとめ、このような組をグループ数情報が示す数分だけ作る。その後、アドレス位置ファイル作成部1803は、かかるグループ数分ある組を、第1の構成例で説明したのと同様にランダムに並び替え、アドレス位置ファイルとして管理する（ステップS2308）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、MSFS1及びSCSIb並びにMSFS2及びSCSIaそれぞれについて空きブロックアドレス「1」を取り出した場合、ステップS2308で、（MSFS1；SCSIb；1）及び（MSFS2；SCSIa；1）という組を作る。ここで、かっこの右側の数字は空きブロックアドレスを示す。その後、アドレス位置ファイル作成部1803は、これらの組をランダムに並び替える。このとき、アドレス位置ファイルは、これらの順列の1つである〔（MSFS1；SCSIb；1）、（MSFS2；SCSIa；1）〕と作成されたとする（図24（a）を参照）。

【0231】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2307で取り出した空きブロックアドレスの個数分、カウン

ドレス位置ファイル作成部1803は、カウント部を“2”だけカウントアップし、カウント部の現在の指示値“4”と指定ブロックサイズとを比較する。このように、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズ以上になるまで、上記ループを繰り返し実行する。

【0232】ここで、図24に示す第1のアドレス位置ファイル2401は、上記の具体例に沿って作られたものである。なお、図24は、アドレス位置ファイル作成部1803が他のファイル作成要求に回答して作った第2のアドレス位置ファイル2402も示している。第1及び第2のアドレス位置ファイル2401及び2402は、MSFSアドレスとSCSIアドレスと空きブロックアドレスとを組として、ブロックを書き込むべき記憶デバイスが接続されている記憶デバイス制御装置1806を入出力制御装置1808が、さらに、ブロックを書き込むべき記憶デバイスの空きブロックアドレスを記憶デバイス制御装置1806が一意に把握できるように作られる。入出力制御装置1808は、アドレス位置ファイルに従って、当該アドレス位置ファイルとは別経路から入力されるデータを分割したブロックを、記憶デバイス制御装置1806に振り分ける。記憶デバイス制御装置1806は、入出力制御装置1808から受け取ったブロックを、アドレス位置ファイルに従って、記憶デバイス1805に書き込む。このとき、両者が第1のアドレス位置ファイル2401に従うとすると、最初のブロックは、記憶デバイス1807b(MSFS1; SCSI b)の空きブロックアドレス「1」の空きブロックに書き込まれ、その次のブロックは、記憶デバイス1807d(MSFS2; SCSI a)の空きブロックアドレス「1」の空きブロックに書き込まれる。以降、同様にして、ブロックは順次、(MSFS2; SCSI c; 1), (MSFS1; SCSI a; 1), …で特定される記憶デバイスの空きブロックに書き込まれる。これによって、一連のデータはブロックごとに、グループ化された複数の記憶デバイスに分散配置されることとなる。

【0233】上述したように、本システムは、複数のグループに分けられた複数の記憶デバイスを管理する場合に、データを構成するブロックを、各グループに対して、さらに、グループに属する記憶デバイスに対しても均等に配置できるように、アドレス位置ファイルを作成*

(その記憶デバイスの帯域) / (すべての記憶デバイスの帯域の和)

を演算することにより求められる。今、複数の記憶デバイスとして、図19に示す記憶デバイス1805a、1805b及び1805cを想定し、それぞれの帯域が、1Mbps、2Mbps及び2Mbpsであると仮定する。このとき、記憶デバイス1805aの「分散の比率」は、上式(2)より、

(その記憶デバイスの容量) / (すべての記憶デバイスの容量の和)

*する。これによって、データを読み出す場合に、特定のグループに属する記憶デバイスへのアクセスが集中せず、かつ、各グループに属する個々の記憶デバイスへのアクセスが集中せず、すべてのグループ及びそのグループに属する記憶デバイスに対して均等な割合でアクセスが行われるので、全体として十分に大きい帯域を得ることができるという効果を奏する。

【0234】なお、上述では、各グループに属する記憶デバイス(記憶デバイス)すべてにデータが分散配置されるようにしているが、各グループの一部の記憶デバイスにデータが分散配置されるようにしてもよい。

【0235】次に、本発明の第3の構成例に係る記憶デバイス管理システム(以下、「本システム」という)について説明する。本システムのブロック構成、及び、当該システムが管理対象とする記憶デバイスなどの構成例は、図18及び図19に示したものと同様であるため、それらの図示及び概略の説明を省略し、相当する構成については同一の参照番号を用いて以下の説明を行う。ただし、本システムの構成管理部1801が管理する情報及びアドレス位置ファイル作成部1803の処理手順は、従前の構成例で説明したものと異なるので、これらの相違については詳説する。なお、空き領域管理部1802が管理する情報は、第1の構成例で説明したものと同様であるため、その説明を省略する。

【0236】構成管理部1801は、第1の構成例で説明した台数情報及び第1の識別子に加え、記憶デバイスごとの「分散の比率」を管理する。アドレス位置ファイル作成部1803は、図25に示すフローチャートに従う処理を実行して、ブロックごとの配置先を、「分散の比率」を考慮して、第1の識別子及び空きブロックアドレスを用いて決める。

【0237】ここで、「分散の比率」について説明する。「分散の比率」とは、複数の記憶デバイスの帯域(単位時間あたりに書き込み/読み出しできるデータの量)及び/又は容量を用いて求められ、1つのデータを構成するブロックが複数の記憶デバイスに分散配置された場合に、それぞれの記憶デバイスに配置されるブロック数の割合である。「分散の比率」は、例えば、以下の①~③のようにして求められる。

①複数の記憶デバイスそれぞれの帯域に比例して求める場合、各記憶デバイスの「分散の比率」は、

…(2)

※ $1\text{Mbps} / (1\text{Mbps} + 2\text{Mbps} + 2\text{Mbps}) = 1/5$

となり、同様にして、記憶デバイス1805b及び1805cの「分散の比率」は、 $2/5$ 及び $2/5$ となる。

②複数の記憶デバイスそれぞれの容量に比例して求める場合、各記憶デバイスの「分散の比率」は、

※

を演算することにより求められる。今、上述と同様の場合を想定し、記憶デバイス1805a、1805b及び1805cの容量が、2GB、2GB及び4GBであると仮定する。このとき、記憶デバイス1805aの「分散の比率」は、上式(3)より、

$$\left\{ \left(\text{その記憶デバイスの帯域} \right) / \left(\text{すべての記憶デバイスの帯域の和} \right) \right\} \times \alpha + \left(\text{その記憶デバイスの容量} \right) / \left(\text{すべての記憶デバイスの容量の和} \right) \times (1 - \alpha) \dots (4)$$

を演算することにより求められる。ここで、 α 及び $(1 - \alpha)$ は、「分散の比率」を決める際に帯域及び容量がどのように考慮されるのかを示す比率であり、 α は $0 < \alpha < 1$ を満たす値である。今、上述と同様の場合を想定し、記憶デバイス1805a、1805b並びに1805cの帯域及び容量が、1Mbps及び2GB、2Mbps及び2GB、並びに、3Mbps及び4GBであると仮定し、さらに、 α を $3/5$ と仮定する。このとき、記憶デバイス1805aの「分散の比率」は、上式(4)より、

$$1/6 \times 3/5 + 2/8 \times 2/5 = 1/5$$

となり、同様にして、記憶デバイス1805b及び1805cの「分散の比率」は、 $3/10$ 及び $1/2$ となる。

【0238】本システムが図19に示すような複数の記憶デバイスを管理し、それぞれの「分散の比率」が上記①の例で得られたものである場合、構成管理部1801は、台数情報として「3台」を、第1の識別子としてSCSIa、SCSIb及びSCSIcを、さらに、記憶デバイス1805a、1805b及び1805cの「分散の比率」として、SCSIa、SCSIb及びSCSIcについて、「0.2」、「0.4」及び「0.4」を管理する。

【0239】以下、図25に示すフローチャートを参照し、本システムの動作を詳説する。第1の構成例で説明したのと同様に、外部装置は、「指定ブロックサイズ」を含むファイル作成要求とデータとを出力する。アドレス位置ファイル作成部1803は、外部装置からのファイル作成要求を受け取り(ステップS2501)、これに含まれる「指定ブロックサイズ」を取り出して保持する。

【0240】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、構成管理部1801から、第1の識別子及び台数情報を取り出して、管理対象とする記憶デバイスの構成を認識し、さらに、「分散の比率」を取り出す(ステップS2502)。具体例として、本システムが図19に示すような複数の記憶デバイスを管理対象とする場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2502で、図20に示すステップS2002と同様にして、当該管理対象を認識する。さらに、アドレス位置ファイル作成部1803は、SCSIa、SCSIb及び

$$* 2GB / (2GB + 2GB + 4GB) = 2/8$$

となり、同様にして、記憶デバイス1805b及び1805cの「分散の比率」は、 $2/8$ 及び $4/8$ となる。

③複数の記憶デバイスそれぞれの帯域及び容量を考慮して求める場合、各記憶デバイスの「分散の比率」は、

SCSIcに対応する「分散の比率」として“0.2”、“0.4”及び“0.4”を取り出す。

【0241】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第1の構成例で説明したのと同様のカウンタ部を初期値“0”に設定する(ステップS2503)。

【0242】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、データの配置先となる記憶デバイスを選択するために、配置先計算値を、ステップS2502の処理で取り出した台数情報及び第1の識別子に基づいて設定し、当該配置先計算値の初期値として“0”を与える(ステップS2504)。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSIa、SCSIb及びSCSIcを取り出した場合、それぞれについて、初期値“0”の配置先計算値を設定する。

【0243】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、各配置先計算値の現在の指示値に、それぞれに対応する「分散の比率」を加算する(ステップS2505)。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSIa、SCSIb及びSCSIcについて配置先計算値“0”をそれぞれ設定した場合、ステップS2505で、各配置先計算値“0”に、“0.2”、“0.4”及び“0.4”を加算する。

【0244】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在、“1.0”以上を示している配置先計算値があるか否かを判断する(ステップS2506)。アドレス位置ファイル作成部1803は、現在、すべての配置先計算値が“1.0”未満を示している場合、ステップS2505に移行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在、少なくとも1つの配置先計算値が“1.0”以上を示している場合、ステップS2507に移行する。つまり、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2506で、少なくとも1つの配置先計算値が“1.0”以上を示すまで、ステップS2505で、各配置先計算値に、対応する「分散の比率」を加算することとなる。

【0245】アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2507に移行すると、“1.0”以上を示している配置先計算値から“1.0”を減算した後、かかる減算を行った配置先計算値に対応する第1の識別子によって特定される記憶デバイスを、空きブロックアドレスを取り出す記憶デバイスとして選択する(ステップ

S2507)。

【0246】ここで、図26は、ステップS2505及びS2506が繰り返し実行された場合のSCSI a～SCSI cの配置先計算値の遷移、及び、ステップS2507で選択される記憶デバイス1805を示している。図26において、SCSI aについての配置先計算値は、ステップS2505が実行されるたびに“0.2”が加算されるため、初期値“0”から“0.2”→“0.4”→“0.6”…と遷移する。同様に、SCSI b及びSCSI cについての配置先計算値はそれぞれ、“0.4”が累積加算されるため、初期値“0”から“0.4”→“0.8”→“1.2”と遷移する。アドレス位置ファイル作成部1803は、SCSI b及びSCSI cについての配置先計算値が“1.2”になった時点で、ステップS2507に移行し、上記減算を行って、当該計算値を“0.2”とする(図26に示す○で示す部分を参照)。アドレス位置ファイル作成部1803は、減算を行った配置先計算値に対応するSCSI b及びSCSI cに対応する記憶デバイス1805b及び1805cを、空きブロックアドレスを取り出す記憶デバイスとして選択する。

【0247】再度、図25を参照して説明する。ステップS2507の後、アドレス位置ファイル作成部1803は、空き領域管理部1802から、当該ステップで選択した第1の識別子に対応する空きブロックアドレスを1つずつ取り出す(ステップS2508)。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSI bとSCSI cとを選択した場合、ステップS2508で、それぞれに対応する空きブロックアドレスとして、例えば、空きブロックアドレス「1」を取り出す。

【0248】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、図20のステップS2005と同様の処理を実行し、第1の識別子とこれに対応する空きブロックアドレスとを一組にまとめた後、選択したSCSIアドレスの数分ある組をランダムに並び替え、アドレス位置ファイルとして管理する(ステップS2509)。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSI b及びSCSI cそれぞれについて空きブロックアドレス「1」を取り出した場合、ステップS2509で、(SCSI b; 1)及び(SCSI c; 1)という組を作り、これらをランダムに並び替える。このとき、アドレス位置ファイルは、[(SCSI b; 1), (SCSI c; 1)]と作成されとする(図27(a)を参照)。

【0249】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2508で取り出した空きブロックアドレスの個数分、カウント部をカウントアップした後、カウント部の現在の指示値と指定ブロックサイズとを比較する(ステップS2510)。アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズ

よりも小さい場合、再度、ループ(ステップS2505～S2510)を実行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズ以上である場合、図25に示すフローチャートに従う処理を終了する。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように空きブロックアドレスを2個取り出した場合、カウント部を“2”カウントアップする。今、現在の指示値“2”が、指定ブロックサイズよりも小さいとすると、アドレス位置ファイル作成部1803は、再度、ループ(ステップS2505～S2510)を実行する。アドレス位置ファイル作成部1803が、今回のループのステップS2505及びS2506を繰り返し実行すると、“0.6”を指示していた配置先計算値(SCSI aのものは、“0.8”→“1.0”と遷移する。また、“0.2”を指示していた配置先計算値(SCSI b及びSCSI cのものはそれぞれ、

“0.6”→“1.0”と遷移する(図26参照)。アドレス位置ファイル作成部1803は、すべての配置先計算値が同時に“1.0”を示すため、その時点で、ステップS2507に移行し、各配置先計算値について上記減算を行い、“0.0”とする(図26に示す●で示す部分を参照)。これによって、記憶デバイス1805a～1805cが、空きブロックアドレスを取り出す記憶デバイスとして選択される。アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2508で、SCSI a、SCSI b及びSCSI cに対応する空きブロックアドレスとして今回は、空きブロックアドレス「1」、「2」及び「2」を取り出す。アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2509で、(SCSI a; 1)、(SCSI b; 2)及び(SCSI c; 2)という組を作り、これらをランダムに並び替える。このとき、アドレス位置ファイルは、[(SCSI b; 2), (SCSI a; 1), (SCSI c; 2)]と作成されたとする(図27(b)を参照)。その後、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2510で、上述と同様に、カウント部を“3”カウントアップし、現在の指示値“5”と指定ブロックサイズとを比較する。このように、アドレス位置ファイル作成部1803は、上記現在の指示値が指定ブロックサイズ以上になるまで、ループを繰り返し実行する。

【0250】ここで、図27に示す第1のアドレス位置ファイル2701は、上記の具体例に沿って作られたものである。なお、図27は、アドレス位置ファイル作成部1803が他のファイル作成要求に回答して作った第2のアドレス位置ファイル2702も示している。これら、第1及び第2のアドレス位置ファイル2701及び2702は、第1の構成例で説明したものと同様の構成を有しており、記憶デバイス制御装置1804が、ブロックごとの配置先を一意に把握できるように作られる。記憶デバイス制御装置1804は、第1の構成例で説明

したのと同様に、アドレス位置ファイルに従って、データを分割して得られるブロックを、記憶デバイス1805に書き込む。これによって、一連のデータは、ブロックごとに、複数の記憶デバイスに分散配置される。

【0251】上述したように、本システムは、第1の構成例のように、データの構成するブロックの個数を、記憶デバイスごとに均等にするのではなく、「分散の比率」を用いて、記憶デバイスごとの処理の負担が均等になるように、アドレス位置ファイルを作成される。つまり、例えば、記憶デバイス制御装置1804に接続される各記憶デバイス1805の帯域、容量その他の性能が均等でない場合には、データの構成するブロックの個数を、記憶デバイスごとに均等にとすると、性能の劣る記憶デバイス（以下、「第1の記憶デバイス」という）の処理負担は、性能の優れた他の記憶デバイス（以下、「第2の記憶デバイス」という）の処理負担よりも大きくなる。そうすると、第2の記憶デバイスの性能が、第1の記憶デバイスの性能に制限されて、当該第2の記憶デバイスの性能を十分に使いえなくなる。しかし、本システムは、第1の記憶デバイスに書き込むブロックの個数を、第2の記憶デバイスよりも相対的に少なくして、当該第1の記憶デバイスの処理負担を、当該第2の記憶デバイスの処理負担と均等にすることができる。これによって、すべての記憶デバイスの性能を有効に利用し、全体として大きな帯域が得られる。

【0252】なお、本システムで用いられる「分散の比率」は、構成管理部1801が予め管理するようにしていたが、アドレス位置ファイル作成部1803にパラメータとして与えたりすることも可能である。また、アドレス位置ファイル作成部1803は、自身がアルゴリズムを実行することにより求めた「分散の比率」を用いて、図25に示すフローチャートに従う処理を実行するようにしてもよい。

【0253】次に、本発明の第4の構成例に係る記憶デバイス管理システム（以下、「本システム」という）について説明する。本システムのブロック構成、及び、当該システムが管理対象とする記憶デバイスなどの構成例は、図18及び図22に示したものと同様であるため、それらの図示及び概略の説明を省略し、相当する構成については同一の参照番号を用いて以下の説明を行う。ただし、本システムの構成管理部1801及び空き領域管理部1802が管理する情報並びにアドレス位置ファイル作成部1803の処理手順は、従前の構成例で説明したものと異なるので、これらの相違については詳説する。

【0254】構成管理部1801は、第2の構成例で説明した台数及びグループ数情報並びに第1及び第2の識別子に加え、第1及び第2の分散の比率を管理する。アドレス位置ファイル作成部1803は、図28に示すフローチャートに従う処理を実行して、ブロックごとの配

置先を、第1及び第2の分散の比率を考慮して、第1及び第2の識別子並びに空きブロックアドレスを用いて決定する。

【0255】ここで、第1及び第2の分散の比率について説明する。第1の分散の比率は、第3の構成例で説明した分散の比率とほぼ同様であるが、第3の構成例では、すべての記憶デバイスに対する割合を示していたが、本構成例では、同一グループに属するすべての記憶デバイスに対する割合である点で異なる。それ以外については異なる点がないので、第1の分散の比率については詳説を省略する。

【0256】次に、第2の分散の比率について説明する。第2の分散の比率とは、各グループに属するすべての記憶デバイスを1つの記憶デバイスにまとめ、この1まとめにした記憶デバイスの帯域及び／又は容量を用いて求められ、1つのデータを構成するブロックが、複数の1まとめにした記憶デバイスに分散配置されたとして、それぞれに配置されるブロック数の割合である。つまり、データを構成するブロックが複数のグループに分散配置されるとして、それぞれのグループに配置されるブロック数の割合である。

【0257】グループに属する複数の記憶デバイスは、以下のようにして、1つの記憶デバイスにまとめられる。まず、第3の構成例で説明したようにして、同一のグループに属する個々の記憶デバイスについて第1の分散の比率を求める（前述の①～③の説明を参照）。次に、各記憶デバイスの帯域及び容量に、「分散の比率」の逆数をそれぞれ掛け合わせ、それぞれの値を実効帯域及び実効容量とする。そして、同一のグループに属する記憶デバイスそれぞれの実効帯域及び実効容量の中で一番値が小さいものを、ひとまとめにした記憶デバイスの帯域及び容量とする。このひとまとめにした記憶デバイスの帯域及び容量に対して、前述の①～③での説明と同様にとすると、第2の分散の比率が求められる。

【0258】以下には、その具体例を説明する。図22に示す記憶デバイス1807a、1807b並びに1807cの帯域及び容量が、1Mbps及び2GB、2Mbps及び2GB、並びに、3Mbps及び4GBであると仮定する。さらに、記憶デバイス1807a、1807b及び1807cの第1の分散の比率は、“0.2”、“0.4”及び“0.4”となったと仮定する。このとき、記憶デバイス1807a、1807b並びに1807cの実効帯域及び実効容量は、5Mbps及び10GB、10Mbps及び10GB、並びに、15Mbps及び20GBとなる。したがって、記憶デバイス1807a、1807b及び1807cを1つにまとめた場合、これらをひとまとめにした記憶デバイス（グループ1）の帯域及び容量は、5Mbps及び10GBとなる。同様に、記憶デバイス1807d、1807e及び1807fをひとまとめにした記憶デバイス（グルー

ブ2)の帯域及び容量も、5Mbps及び10GBとなったとする。このとき、前述の①と同様にして、第2の分散の比率を求めたとすると、グループ1及びグループ2の分散の比率はそれぞれ“0.5”となる。

【0259】以下、図28に示すフローチャートを参照し、本システムの動作を詳説する。第1の構成例で説明したのと同様に、外部装置は、「指定ブロックサイズ」を含むファイル作成要求とデータとを出力する。アドレス位置ファイル作成部1803は、外部装置からのファイル作成要求を受け取り(ステップS2801)、これ

10 に含まれる指定ブロックサイズを取り出して保持する。
【0260】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、構成管理部1801から、第1及び第2の識別子並びに台数及びグループ数情報を取り出して、管理対象とする記憶デバイスの構成を認識し、さらに、第1及び第2の分散の比率を取り出す(ステップS2802)。具体例として、本システムが図22に示すような複数の記憶デバイスを管理対象とする場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2802で、まず、
「6台」という台数情報及び「2個」というグループ数
20 情報を取り出す。さらに、MSFS1及びその第2の分散の比率“0.5”と、グループ1に属することとなるSCSIa～SCSIc及びそれらの第1の分散の比率“0.2”、“0.4”及び“0.4”を取り出す。このことは、MSFS2により特定されるグループ2についても同様である。

【0261】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第1の構成例で説明したのと同様のカウンタ部を初期値“0”に設定する(ステップS2803)

30 【0262】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、データの配置先となる記憶デバイスを選択するために、グループ向け及び記憶デバイス向けの配置先計算値を、ステップS2502の処理で取り出した第2及び第1の識別子に基づいて、台数情報とグループ数情報との加算値が示す個数分設定し、当該計算値の初期値として“0”を与える(ステップS2804)。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、MSFS1及びMSFS2について、SCSIa～SCSIcをそれぞれ取り出した場合、MSFS1及びMSFS2について、初期値“0”のグループ向けの配置先計算値を設定し、さらに、各グループに属するSCSIa～SCSIcについても、初期値“0”の記憶デバイス向けの配置先計算値を設定する(図29参照)。

【0263】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2804での処理によって、各グループ向け配置先計算値の現在の値に対応する、第2の分散の比率を加算する(ステップS2805)。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、MSFS1及びMSFS2についてグループ向け配置先計算値
“0”をそれぞれ設定した場合、それぞれに対応する第

2の分散の比率“0.5”を、当該計算値“0”に加算する。

【0264】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、グループ向け配置先計算値のいずれかが現在
“1.0”以上を示しているか否かを判断する(ステップS2806)。アドレス位置ファイル作成部1803は、現在、グループ向け配置先計算値のすべてが“1.0”未満を示している場合、ステップS2805に移行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、
10 現在、グループ向け配置先計算値のいずれかが“1.0”以上を示している場合、ステップS2807に移行する。つまり、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2806で、グループ向け配置先計算値の少なくとも1つが、“1.0”以上を示すまで、ステップS2805で、当該計算値それぞれに対応する、第2の分散の比率を加算することとなる。

20 【0265】ステップS2807に移行したアドレス位置ファイル作成部1803は、“1.0”以上の示しているグループ向け配置先計算値から“1.0”を減算する。アドレス位置ファイル作成部1803は、この後、このグループに属することとなる、記憶デバイス向け配置先計算値の現在値それぞれに対応する第1の分散の比率を加算していく。つまり、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2806によって、まず、空きブロックアドレスを取り出すべき記憶デバイスが属しているグループを選択することとなる。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、MSFS1及びMSFS2を選択した場合、それぞれに対応して設定されているSCSIaの記憶デバイス向け配置先計算値
30 “0”に、対応する第1の分散の比率“0.2”を加算する。同様に、アドレス位置ファイル作成部1803は、SCSIb及びSCSIcそれぞれの記憶デバイス向け配置先計算値“0”に、分散の比率“0.4”をそれぞれ加算する。

【0266】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、各グループごとの記憶デバイス向け配置先計算値が現在、最大であるものを選択し、当該計算値に対応する記憶デバイスを、空きブロックアドレスを取り出すべき記憶デバイスとして選択する。なお、アドレス位置ファイル作成部1803は、同一グループ内に最大の値を示しているものが複数ある場合には、その中の1つの配置先計算値をランダムに選択して、空きブロックアドレスを取り出すべき記憶デバイスを選択する(ステップS2808)。

【0267】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2808で選択した、記憶デバイス向け配置先計算値の現在値から“1.0”を減算する(ステップS2809)。

【0268】ここで、図29は、本システムのアドレス位置ファイル作成部の処理が繰り返し実行された場合に

おける、グループ向け及び記憶デバイス向け配置先計算値の遷移、及び、ステップS2808で選択される記憶デバイス1807を示している。図29において、MSFS1及びMSFS2のグループ向け配置先計算値は、S2805が実行されることに、第2の分散の比率“0.5”がそれぞれ加算されていくので、初期値“0”から“0.5”→“1.0”と遷移する。アドレス位置ファイル作成部1803は、MSFS1及びMSFS2のグループ向け配置先計算値が“1.0”になった時点で、ステップS2807に移行し、上記減算を行い、当該計算値を“0.0”とする（図29に示す○の部分参照）。これによって、グループ1及び2が、空きブロックアドレスを取り出すべきグループが選択される。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、上述したように、グループ1に属するSCSIa、SCSIb及びSCSIcについての記憶デバイス向け配置先計算値に、第1の分散の比率“0.2”、“0.4”及び“0.4”をそれぞれ加算する。このことは、グループ2に属するものについても同様である。この後、アドレス位置ファイル作成部1803は、上述したステップS2808を実行するが、このとき、SCSIbとSCSIcとの記憶デバイス向け配置先計算値が最大の値を示す。したがって、アドレス位置ファイル作成部1803は、これら2つの計算値からランダムに1つを選択する。このとき、空きブロックアドレスを取り出すべき記憶デバイスとして、記憶デバイス1807b（SCSIb）が選択されたものとする。アドレス位置ファイル作成部1803は、グループ2に対しても、グループ1について行った処理と同様を行い、空きブロックアドレスを取り出すべき記憶デバイスとして、記憶デバイス1807f（SCSIc）が選択されたものとする（図29に示す●の部分参照）。この後、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2809を実行して、MSFS1に属するSCSIb（記憶デバイス1807b）及びMSFS2に属するSCSIc（記憶デバイス1807f）の記憶デバイス向け配置先計算値それぞれを、上記減算を行うことにより、“0.4”から“0.6”とする。

【0269】再度、図28を参照して本システムの動作について説明する。アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2810に移行すると、ステップS2808で選択した記憶デバイス（つまり、この記憶デバイスは第2及び第1の識別子により特定される）の空きブロックアドレスを、空き領域管理部2から1つずつ取り出す（ステップS2810）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、MSFS1についてはSCSIbを、MSFS2についてはSCSIcを選択した場合、それぞれに対応する空きブロックアドレスとして、“1”を取り出す。

【0270】次に、アドレス位置ファイル作成部180

3は、第2及び第1の識別子とこれらに対応する空きブロックアドレスとを一組にまとめた後、グループの数分ある組をランダムに並び替え、アドレス位置ファイルとして管理する（ステップS2811）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、MSFS1及びSCSIb、並びに、MSFS2及びSCSIcについて、空きブロックアドレス“1”を取り出した場合、ステップS2811で、（MSFS1；SCSIb；1）及び（MSFS2；SCSIc；1）という組を作り、これらの組をランダムに並び替える。このとき、アドレス位置ファイルは、[（MSFS1；SCSIb；1），（MSFS2；SCSIc；1）]と作られたとする（図30（a）を参照）。

【0271】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS2810で取り出した空きブロックアドレスの個数分、カウント部をカウントアップした後、カウント部の現在の指示値と指定ブロックサイズとを比較する（ステップS2812）。アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズよりも小さい場合、再度、ループ（ステップS2805～S2812）を実行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズ以上である場合、図28のフローチャートに従う処理を終了する。

【0272】上述したように、本システムは、データの構成するブロックを、各グループに対して、さらに各グループに属する記憶デバイスに対して均等に配置するのではなく、第1及び第2の分散の比率を用いて、グループごとの処理負担が均等になるように、さらに、各グループに属する記憶デバイスごとの処理負担が均等になるように、アドレス位置ファイルを作成している。これによっても、データの読み出しなどを行う場合、特定のグループに属する記憶デバイスへのアクセスが集中せず、かつ、各グループに属する特定の記憶デバイスへのアクセスが集中せず、しかも、各グループ及びそれに属する記憶デバイスごとの処理負担は等しいので、全体として大きい帯域を得ることができるという効果を奏する。

【0273】なお、本システムで用いられる第1及び第2の分散の比率は、構成管理部1801が予め管理するようにしていたが、アドレス位置ファイル作成部1803にパラメータとして与えたりすることも可能である。また、アドレス位置ファイル作成部1803は、所定のアルゴリズムを実行することにより求めたグループ向け及び記憶デバイス向けの第1及び第2の分散の比率を用いて、図28に示すフローチャートに従う処理を実行してもよい。

【0274】次に、本発明の第5の構成例に係る記憶デバイス管理システム（以下、「本システム」という）について説明する。本システムのブロック構成、及び、当該システムが管理対象とする記憶デバイスなどの構成例

は、図18及び図19に示したものと同様であるため、それらの図示及び概略の説明を省略し、相当する構成については同一の参照番号を用いて以下の説明を行う。ただし、本システムのアドレス位置ファイル作成部1803の処理手順は、図14に示すフローチャートに従う。なお、構成管理部1801及び空き領域管理部1802が管理する情報は、第1の構成例で説明したものと同様であるので、その説明を省略する。

【0275】以下、図31に示すフローチャートを参照し、本システムの動作を説明する。第1の構成例で説明したのと同様に、外部装置は、指定ブロックサイズを含むファイル作成要求とデータとを出力する。なお、以下には、具体例として、指定ブロックサイズが4個の場合を説明する。アドレス位置ファイル作成部1803は、図20に示すステップS2001～S2003の処理と同様に、ファイル作成要求を受け取り（ステップS3101）、これに含まれる「指定ブロックサイズ」を取り出して保持する。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、構成管理部1801から、第1の識別子及び台数情報を取り出す（ステップS3102）。具体例として、本システムが図19に示すような複数の記憶デバイスを管理対象とする場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3102では、「3台」という台数情報と、SCSIa～SCSIcとを取り出す。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第1の構成例で説明したのと同様のカウンタ部の指示値を「0」に初期化する（ステップS3103）。

【0276】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、カウンタ部の現在の指示値と、指定ブロックサイズの値とが同一であるか否かを判断する（ステップS3104）。アドレス位置ファイル作成部1803は、両者が同一でないと判断した場合、ステップS3105に移行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、両者が同一であると判断した場合、指定ブロックサイズ分のアドレス位置ファイルを作成したとして、図31に示すフローチャートに従う処理を終了する。アドレス位置ファイル作成部1803は、現在保持している指定ブロックサイズが「4個」である場合、ステップS3104で、この個数「4」と、現在の指示値「0」とを比較する。この場合、両者は同一ではないので、アドレス位置ファイル作成部1803はステップS3105に移行する。

【0277】ステップS3105に移行したアドレス位置ファイル作成部1803は、カウンタ部の現在の指示値に、次のステップS3106で取り出すべき空きブロックアドレスの数（この数は台数情報で特定される）を加えた加算値と、指定ブロックサイズとを比較する（ステップS3105）。アドレス位置ファイル作成部1803は、加算値が指定ブロックサイズよりも小さい場合、台数情報に相当する個数分の空きブロックアドレス

を取り出す必要があると判断し、ステップS3106に移行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、加算値が指定ブロックサイズの値以上である場合、台数情報に相当する個数分の空きブロックアドレスを取り出すと取り出した空きブロックアドレスが余ると判断し、ステップS3109に移行する。アドレス位置ファイル作成部1803は、現在保持している指定ブロックサイズが「4個」、現在の指示値が「0」であり、さらに、台数情報が「3台」である場合、ステップS3105で、加算値「0+3」と指定ブロックサイズ「4」とを比較する。この場合、加算値は、指定ブロックサイズよりも小さいので、ステップS3106に移行する。

【0278】ステップS3106に移行したアドレス位置ファイル作成部1803は、空き領域管理部1802から、ステップS3102で取り出した第1の識別子に対応する空きブロックアドレスを1つずつ取り出す（ステップS3106）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSIa～SCSIcを取り出した場合、ステップS3106で、それぞれに対応する空きブロックアドレスとして、例えば「1」を取り出す。

【0279】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、図20に示すステップS2005と同様の処理を実行することにより、ステップS2802とステップS3106とで取り出した第1の識別子とこれに対応する空きブロックアドレスとをまとめた組を作り、この組をランダムに並び替え、アドレス位置ファイルとして管理する（ステップS3107）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSIa～SCSIcそれぞれについて空きブロックアドレス「1」を取り出した場合、ステップS3107で、（SCSIa；1）、（SCSIb；1）及び（SCSIc；1）という組を作り、これらをランダムに並び替える。このとき、アドレス位置ファイルは、〔（SCSIb；1）、（SCSIa；1）、（SCSIc；1）〕と作成されたとする（図32（a）参照）。

【0280】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3106で取り出した空きブロックアドレスの個数分、カウンタ部をカウントアップし（ステップS3108）、ステップS3104に移行する。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように空きブロックアドレスを3個取り出しているため、カウンタ部を「3」カウントアップする。

【0281】上述したステップS3104～S3108はループを構成しており、ステップS3104で、カウンタ部の現在の指示値が、指定ブロックサイズの値とが同一であると判断されるまで、又は、ステップS3104で、当該現在の指示値が指定ブロックサイズの値と同一でないと判断され、かつ、ステップS3105で、加算値が指定ブロックサイズよりも大きいと判断されるま

で、当該ループは繰り返し実行される。アドレス位置ファイル作成部1803は、カウント部の指示値を“3”にカウントアップした場合、その直後のステップS3104を実行して、ステップS3105に移行する。アドレス位置ファイル作成部1803は、カウント部の現在の指示値“3”に、ステップS3106で取り出すべき空きブロックアドレスの数“3”を加えた加算値“6”が指定ブロック数“4”よりも大きいので、ステップS3109に移行する。

【0282】ステップS3109に移行したアドレス位置ファイル作成部1803は、まず、

(指定ブロックサイズ-カウント部の計数値) … (4) の演算を行う。その後、アドレス位置ファイル作成部1803は、空き領域管理部1802を参照して、各記憶デバイスが現時点で有している空きブロックアドレスの個数及びその第1の識別子を得る。アドレス位置ファイル作成部1803は、獲得した空きブロックの個数が多い順に第1の識別子を並び替え、並び替えた順番に従って、第1の識別子を選択していく。アドレス位置ファイル作成部1803は、このような選択動作を、上記演算結果と、選択した第1の識別子数とが一致するまで行う。なお、かかる選択動作中、同数の空きブロックアドレスを有する記憶デバイスが存在する場合がある。かかる場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、同数の空きブロックを有する記憶デバイスを示す、第1の識別子の中から1つランダムに選択する(ステップS3109)。

【0283】アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、指定ブロックサイズが“4”で、カウント部が現在“3”を示している場合、ステップS3109において、上式(4)により“1”を得た後、記憶デバイス1805a~1805cが現時点で999個の空きブロックアドレスをそれぞれ有していることを認識する。この場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、空きブロックアドレスを同数有する記憶デバイスの台数“3”が、上記演算結果の個数“1”を上回っているため、SCSIa~SCSIcの中から1つランダムに選択する。このとき、SCSIaが選択されたものとする。

【0284】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、空き領域管理部1802から、ステップS3109で選択した第1の識別子に対応する空きブロックアドレスを1つずつ取り出す(ステップS3110)。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSIaを選択した場合、ステップS3110で、これに対応する空きブロックアドレスとして、例えば、「2」を取り出す。

【0285】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3109で選択した第1の識別子とこれに対応する空きブロックアドレスとをまとめた組を作

り、この組をランダムに並び替え、アドレス位置ファイルとして管理する(ステップS3111)。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSIaについて空きブロックアドレス「2」を取り出した場合、ステップS3110で、(SCSIa; 2)という組を作る。このとき、アドレス位置ファイル作成部1803は、作った1つの組をそのまま、アドレス位置ファイルとして管理する(図32(b)参照)。

【0286】ここで、図32に示す第1のアドレス位置ファイル3201は、上述した処理に従って作られたものである。図32には、第2のアドレス位置ファイル3202も示されている。この第2のアドレス位置ファイル3202は、第1のアドレス位置ファイル3201を作った後、アドレス位置ファイル作成部1803が他のファイル作成要求に回答して作られたものである。これら第1及び第2のアドレス位置ファイル3201及び3202は、第1の構成例で説明したものと同様の構成を有しており、記憶デバイスなどの記憶デバイスがブロックの配置先を一意に把握できるように作られる。

【0287】記憶デバイス制御装置1804は、上記のようにして決められたアドレス位置ファイルを受け取り、第1の構成例で説明したのと同様に、当該アドレス位置ファイルに従って、データを分割して得られるブロックを記憶デバイスに書き込んでいく。

【0288】ここで、第2のアドレス位置ファイル3202が作られる過程を説明する。上記のように、アドレス位置ファイル作成部1803は、第1のアドレス位置ファイル3201を作った後、他の配置先決定要求を受け取る(ステップS3101)。この他のファイル作成要求は、“5個”という指定ブロックサイズを含んでいる。アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3102及びS3103を実行した後、ループ(ステップS3104~3108)を1回だけ実行するのは、第1のアドレス位置ファイル3201が作られた場合と同様である。このループが実行されることにより、アドレス位置ファイルは、[(SCSIc; 2), (SCSIb; 2), (SCSIa; 3)]と作成される(図32(c)参照)。

【0289】アドレス位置ファイル作成部1803は、このようなアドレス位置ファイルを作成すると、ステップS3107で作成すると、ステップS3108で第1のカウント部を“3”カウントアップした後、その直後のステップS3104を実行して、ステップS3105に移行する。このとき、カウント部の現在の指示値“3”に、ステップS3106で取り出すべき空きブロックアドレスの数“3”を加えた加算値“6”が指定ブロック数“5”よりも大きいので、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3109に移行する。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、上式(4)により“2”を得、さらに、現時点で、記憶デバイス1805aが9

97個、そして、記憶デバイス1805b及び1805cがそれぞれ998個の空きブロックを有していることを認識する。そのため、アドレス位置ファイル作成部1803は、SCSIb及びSCSIcにより特定される記憶デバイス1805b及び1805cを、空きブロックアドレスを取り出す記憶デバイスとして選択する（ステップS3109）。この場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、SCSIb及びSCSIcに対応する空きブロックアドレスとして「3」を取り出す（ステップS3110）。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、（SCSIb；3）及び（SCSIc；3）という組を作り、これらをランダムに並び替える。このとき、アドレス位置ファイルは、例えば、〔（SCSIb；3），（SCSIc；3）〕と作成される（図32（d）を参照）。

【0290】分散配置されるデータを構成するブロックの個数は、必ずしも、記憶デバイスの台数の倍数にはならない。そうすると、従前の構成例に係るシステムでは、データが均等に分散配置されないということが起こり得る。そこで、本構成例に係るシステムでは、上記ブロックの余り（ブロックの個数／記憶デバイスの台数の余り）に相当する部分は、その時点で空きブロックを多く有している記憶デバイスに配置されるようにアドレス位置ファイルが作成される。したがって、データは、記憶デバイスにより均等に分散配置されることとなる。これによって、本構成例に係るシステムによれば、従前の構成例に係るシステムと比較しても、より一層大きい帯域を得ることができるとなる。

【0291】次に、本発明の第6の構成例に係る記憶デバイス管理システム（以下、「本システム」という）について説明する。本システムのブロック構成、及び、当該システムが管理対象とする記憶デバイスなどの構成例は、図18及び図19に示したものと同様であるため、それらの図示及び概略の説明を省略し、相当する構成については同一の参照番号を用いて以下の説明を行う。ただし、本システムのアドレス位置ファイル作成部1803の処理手順は、図33に示すフローチャートに従う。なお、構成管理部1801及び空き領域管理部1802が管理する情報は、第1の構成例で説明したものと同様であるため、それらの説明を省略する。

【0292】以下、図33に示すフローチャートを参照し、本システムの動作を詳説する。第1の構成例で説明したのと同様に、外部装置は、指定ブロックサイズを含むファイル作成要求とデータとを出力する。アドレス位置ファイル作成部1803は、図20に示すステップS2001～S2003の処理と同様に、ファイル作成要求を受け取り（ステップS3301）、これに含まれる「指定ブロックサイズ」を取り出して保持する。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、構成管理部1801から、第1の識別子及び台数情報を取り出す（ス

テップS3302）。具体的には、本システムが図19に示すような複数の記憶デバイスを管理対象とする場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3302で、「3台」という台数情報と、SCSIa～SCSIcとを取り出す。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第1の構成例で説明したのと同様のカウンタ部の指示値を“0”に初期化する（ステップS3303）。

【0293】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、空き領域管理部1802から、ステップS3302で取り出した第1の識別子に対応する空きブロックアドレスを1つずつ取り出し、第1の識別子とこれに対応する空きブロックアドレスとをまとめた組を作る（ステップS3304）。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のように、SCSIa～SCSIcを取り出した場合、ステップS3304で、それぞれに対応する空きブロックアドレスとして、例えば、「10」を取り出し、（SCSIa；10）、（SCSIb；10）及び（SCSIc；10）という組を作る。

【0294】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3304で作った組をランダムに並び替える（ステップS3305）。アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3304で上記のような組を作った場合、これらの組をランダムに並び替える。このとき、並び替えた結果は、〔（SCSIb；10），（SCSIa；10），（SCSIc；10）〕であるとする。

【0295】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、前回以前のループ（ステップS3304～ステップS3308）で作成し管理しているアドレス位置ファイルに、ステップS3305で並び替えた結果を付加した場合に、所定個数の組に相当する区間に、同一の第1の識別子が存在しないか否かを判断する。アドレス位置ファイル作成部1803は、同一の第1の識別子が存在しない場合、上記並び替えた結果をアドレス位置ファイルとして管理する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、同一の第1の識別子が存在する場合、ステップS3305に移行し、ステップS3304で作った組を再度並び替える。

【0296】例えば、前回以前のループにより決定し管理しているアドレス位置ファイルの末尾3組が、〔…、（SCSIa；9），（SCSIc；9），（SCSIb；9）〕であったとする。また、上記区間として、2個の組に相当する区間が予め定められていたとする。アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3304で上記のように組を並び替えた場合、まず、上記作成し管理しているアドレス位置ファイルに、ステップS3305で並び替えた結果を付加することにより、〔…、（SCSIa；9），（SCSIc；9），（SCSIb；9），（SCSIb；10），（SCSI

a; 10), SCSI c; 10)] という新たなアドレス位置ファイルを作成し直す。アドレス位置ファイル作成部1803は、新たなアドレス位置ファイルにおいて、(SCSI b; 9), (SCSI b; 10) という部分に、2個の組に相当する区間に同一のSCSIアドレスを発見するので、ステップS3304に移行する。アドレス位置ファイル作成部1803は、今回のステップS3304で、[(SCSI a; 10), (SCSI b; 10), (SCSI c; 10)] と並び替えたとなると、ステップS3306では、2個の組に相当する区間に同一のSCSIアドレスを発見しないので、ステップS3307に移行する。

【0297】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3305で並び替えた結果を、アドレス位置ファイルとして管理する(ステップS3307)。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3304で取り出した空きブロックアドレスの個数分、カウント部をカウントアップした後、カウント部の現在の指示値と指定ブロックサイズとを比較する(ステップS3308)。アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズよりも小さい場合、ステップS3304に移行し、上述と同様の処理を実行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズ以上である場合、自身の処理を終了する。

【0298】記憶デバイス制御装置1804は、上記のようにして決められたアドレス位置ファイルを受け取り、第1の構成例で説明したのと同様に、当該アドレス位置ファイルに従って、データを分割して得られるブロックを記憶デバイスに書き込んでいく。

【0299】従前の構成例に係るシステムが作成するアドレス位置ファイルに従えば、データを構成するブロックは、記憶デバイスに均等に分散配置されるが、このことは、全体的にみた場合にいえることであり、局所的にみると、同一の記憶デバイスに連続してブロックが配置されることがある。そこで、本構成例に係るシステムでは、既に管理しているアドレス位置ファイルと、並び替えた組とにおいて、2つのブロックが連続して同一の記憶デバイスに配置されないか否かを判断する。これによって、データを読み出す際などには、すべての記憶デバイスにより均等にアクセスすることとなる、これによって、すべての記憶デバイスの能力を有効に使う、より大きい帯域を得ることができる。

【0300】なお、上述の説明では、所定個数の組に相当する区間として、2組に相当する区間としていたが、この個数は、これに限られず、システムの設計要求などに基づいて決定すればよい。

【0301】次に、本発明の第7の構成例に係る記憶デバイス管理システム(以下、「本システム」という)について説明する。本システムのブロック構成、及び、当

該システムが管理対象とする記憶デバイスなどの構成例は、図18及び図19に示したものと同様であるため、それらの図示を省略し、相当する構成については同一の参照番号を用いて以下の説明を行う。ただし、本システムのアドレス位置ファイル作成部1803は、第1の構成例で説明したものと異なり、データにアクセスする帯域と、1つの記憶デバイスから取り出す空きブロックアドレスの個数とを対応させて管理するテーブルを予め有しており、図34に示すフローチャートに従う処理を実行する。他の構成については、第1の構成例で説明したのと同様であるため、その説明を省略する。

【0302】以下、アドレス位置ファイル作成部1803の処理手順を示すフローチャートである図34を参照し、本システムの動作を詳説する。第1の構成例などで説明したのと同様に、外部装置は、ファイル作成要求とデータとを出力する。このファイル作成要求は、前述した「指定ブロックサイズ」のほか、データをアクセスする際に必要とする帯域を通知するための情報(以下、「指定アクセス帯域」という)を含んでいる。なお、以下には、具体例として、指定アクセス帯域が30Mbpsの場合を説明する。アドレス位置ファイル作成部1803は、ファイル作成要求を受け取り(ステップS3401)、これに含まれる「指定ブロックサイズ」及び「指定アクセス帯域」を取り出して保持する。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、構成管理部1801から、台数情報及び第1の識別子を取り出し(ステップS3402)、管理対象とする記憶デバイスの構成を認識する。具体的には、本システムが図19に示すような複数の記憶デバイスを管理対象とする場合、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3402で、「3台」という台数情報と、SCSI a~SCSI cとを取り出す。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、第1の構成例で説明したのと同様のカウント部の指示値を「0」に初期化する(ステップS3403)。

【0303】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在保持している指定アクセス帯域に対応する空きブロックアドレスの個数を、内部に有するテーブル(上述)の中から取り出す(ステップS3404)。例えば、このテーブルには、指定アクセス帯域が1.5Mbps、10Mbps及び30Mbpsの場合、1つの記憶デバイスから取り出す空きブロックアドレス数は、「1個」、「2個」及び「4個」と示されているとする。ここで、指定アクセス帯域が大きくなるに従って取り出す空きブロック数を増やしているのは、データをアクセスする帯域が大きいほど単位時間に同一の記憶デバイスにアクセスする割合が高くなり、その場合に記憶デバイスの連続領域にデータが存在している方が、より効率的に記憶デバイスを利用できることを考慮したためである。アドレス位置ファイル作成部1803は、上記の

ように、指定アクセス帯域が「30Mbps」のファイル作成要求を受け取った場合、当該30Mbpsに対応する空きブロックアドレスの個数として、「4個」という情報を取り出す。

【0304】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、空き領域管理部1802から、ステップS3402で取り出した第1の識別子について、ステップS3404で取り出した個数であって、なおかつ連続する空きブロックアドレスを取り出す（ステップS3405）。アドレス位置ファイル作成部1803は、テーブルから「4個」という情報を取り出した場合、連続する4個の空きブロックアドレスとして、SCSI a～SCSI cそれぞれについて、例えば、「1」～「4」を取り出す。

【0305】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3405の処理で取り出した連続する空きブロックアドレスを1まとめにし、この1まとめりと第1の識別子とを組とした並び替えの単位（以下、「単位空きブロックアドレス」という）を作る。したがって、単位ブロックアドレスは、ステップS3402で取り出した第1の識別子に相当する個数分、作られる。次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、作った単位ブロックアドレスをランダムに並び替え、この並び替えた結果をアドレス位置ファイルとして管理する（ステップS3406）。アドレス位置ファイル作成部1803は、SCSI a～SCSI cそれぞれについて空きブロックアドレス「1」～「4」を取り出した場合、連続する4個の空きブロックアドレス「1」～「4」を1まとめにした単位空きブロックアドレスを作り、SCSIアドレスと単位空きブロックアドレスとの組を作る。以下には、この組を（SCSI a；1～4）のように記す。アドレス位置ファイル作成部1803は、SCSI b及びSCSI cについても同様の単位空きブロックアドレスを作る。そして、アドレス位置ファイル作成部1803は、上記のような単位ブロックアドレスをランダムに並び替える。このとき、並び替えた結果は、〔（SCSI b；1～4），（SCSI a；1～4），（SCSI c；1～4）〕であるとする（図35（a）を参照）。

【0306】次に、アドレス位置ファイル作成部1803は、ステップS3405で取り出した空きブロックアドレスの個数分、カウント部をカウントアップした後、カウント部の現在の指示値と指定ブロックサイズとを比較する（ステップS3407）。アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズよりも小さい場合、再度、ループ（ステップS3405～S3407）を実行する。一方、アドレス位置ファイル作成部1803は、現在の指示値が指定ブロックサイズ以上である場合、図34に示すフローチャートに従う処理を終了する。

【0307】ここで、図35に示すアドレス位置ファイル3501は、上述した処理に従って作られたものである。第1のアドレス位置ファイル3501は、第1の構成例で説明したものと同様の構成を有しており、記憶デバイスなどの記憶デバイスがブロックの配置先を一意に把握できるように作られる。

【0308】記憶デバイス制御装置1804は、上記のようにして決められたアドレス位置ファイルを受け取り、第1の構成例などで説明したのと同様に、当該アドレス位置ファイルに従って、データを分割して得られるブロックを記憶デバイスに書き込んでいく。

【0309】「従来技術」の欄でも述べたように、データを構成するブロックは、同一記憶デバイスの連続領域に配置されていた方がよい場合がある。そこで、本構成例に係るシステムでは、データが必要とする帯域に応じて、取り出す空きブロックアドレスの個数を変更する。これによって、本システムを適用すると、ビデオサーバなどの処理効率を向上させることができる。

【0310】上述した構成例では、帯域に応じて取り出す空きブロックアドレスの個数を決めていたが、これに限らず、取り出す空きブロックアドレスの個数は、帯域に類するデータの性質に基づいて決定すればよい。

【0311】上述した第5～第7の構成例に係る記憶デバイス管理システムそれぞれについては、第1の構成例に係る記憶デバイス管理システムに組み合わせた態様で説明したが、第2～第4の構成例に係る記憶デバイス管理システムに組み合わせることも可能であるし、さらに、第5～第7の構成例に係る記憶デバイス管理システムを組み合わせた上で、第1～第4の構成例に組み合わせることも可能である。

【0312】次に、本発明の第2の実施形態に係る記憶デバイス制御装置について説明する。図36は、本記憶デバイス制御装置及びその周辺装置の構成を示すブロック図である。図36において、記憶デバイス制御装置3600は、第1の実施形態に係る記憶デバイス制御装置（図1参照）と同様に、外部に接続されており、データの読み出し及び書き込みを行う記憶デバイス3610を制御するためのものであって、要求受け付け部3620と、読み出し順序決定部3630と、書き込み順序決定部3640と、キュー管理部3650と、許容遅延管理部3660と、コマンド発行処理部3670と、コマンド終了処理部3680とを備える。ここで、記憶デバイス3610は、第1の実施形態に係る記憶デバイス制御装置（図1参照）の場合と同様に、ハードディスクドライブであるとして、以下の説明を進める。

【0313】また、要求受け付け部3620は、外部から到着する要求の受け付けを行い、読み出し要求を読み出し順序決定部3630に出力し、書き込み要求を書き込み順序決定部3640に出力する。ここで、外部から到着する要求は、少なくとも、読み出し要求か書き込み

要求かを識別可能にするための情報と、アクセス位置情報（後述、第1の実施形態と同様）とを含んでいる。読み出し順序決定部3630は、読み出し要求を入力すると、許容遅延情報リスト（図38参照）を参照して、読み出しキュー3651（図37参照）において、読み出し要求をつなぐ位置を決める。書き込み順序決定部3640は、読み出し要求の場合と同様に、書き込みキュー3652（図37参照）において、書き込み要求をつなぐ位置を決める。

【0314】次に、キュー管理部3650について、図37を参照して説明する。図37に示すように、キュー管理部3650は、読み出しキュー3651と、書き込みキュー3652と及び実行キュー3653とを持つ。読み出し又は書き込みキュー3651又は3652は、処理待ちの読み出し又は書き込み要求を待ち行列の状態で管理する。実行キュー3653は、記憶デバイス3610にコマンドとして発行済みであって、その処理が終了するのを待っている要求（読み出し又は書き込み）を待ち行列の状態で管理する。キュー管理部3650は、読み出し順序決定部3630によって決められた順番に従って、読み出し要求を読み出しキュー3651につなぐ。この様子を示しているのが矢印（a）であり、図示した例では、読み出しキュー3651は、読み出し要求3654及び3655を格納している。また、キュー管理部3650は、書き込み順序決定部3640によって決められた順番に従って、書き込み要求を書き込みキュー3652につなぐ。この様子を示しているのが矢印（b）であり、図示した例では、書き込みキュー3652は、書き込み要求3656を格納している。読み出しキュー3651及び書き込みキュー3652は、自身の先頭から最後尾に向かう順序で要求が順次処理されるものとして、読み出し及び書き込み要求を格納する。

【0315】コマンド発行処理部3670は、後述するように、読み出しキュー3651又は書き込みキュー3652を選択し、選択されたキューの先頭につながれている要求をコマンドとして記憶デバイス3610に発行する。キュー管理部3650は、これに応答して、コマンドとして発行される要求を該当するキューからはずし、実行キュー3653につなぐ。この様子を示しているのが矢印（c）又は（d）である。実行キュー3653は、ある時点で、記憶デバイス3610にコマンドとして発行されており、しかも、当該コマンドについての処理（読み出し又は書き込み）がまだ終了していない要求を格納するキューである。図示した例では、実行キュー3653は、要求3657を格納している。また、あるコマンドについての処理が記憶デバイス3620上で終了すると、当該コマンドに対応する要求は実行キュー3653からはずされる。この様子を示しているのが矢印（e）である。上述したようにして、キュー管理部3650は、到着する要求の処理順序を管理する。

【0316】許容遅延管理部3660（図36参照）は、許容遅延管理リストに記入される情報を管理する。図38は、許容遅延管理部3660により管理されている許容遅延情報リストを説明するための図である。図6において、許容遅延情報リストは、要求番号、アクセス位置、重み時間、終了予定時刻、並べ替え制限時刻、書き込み要求優先時間及び制限時刻からなる許容遅延情報を、記憶デバイス制御装置内部に存在する要求（読み出し、書き込み及び実行キュー（図37参照）につながれている要求）毎に保持している。ここで、要求番号は、本記憶デバイス制御装置3600に到着している要求それぞれを特定するための番号である。アクセス位置は、要求に従って、記憶デバイス3610から読み出されたり、記憶デバイス3610に書き込まれたりするデータのアクセス位置を示す。

【0317】重み時間は、アクセス位置に基づいて計算され、記憶デバイス3610での処理に要する時間の重みを示した時間である。この値は、読み出しキュー3651又は書き込みキュー3652において、対象となる要求のアクセス位置と、その直前につながれている要求のアクセス位置との関数として定義される値であり、実際の処理に要する時間とは異なる。ここで、重み時間Tは、例えば、

$$T = f(d) + t + r + x \cdots (5)$$

で表される。ここで、 $f(d)$ は、 d の単調増加関数であり、 d は、同一キュー内において、対象となる要求のシリンダ位置と、その直前につながれている要求のシリンダ位置との距離である。また、 t は、書き込むデータ又は読み出すデータの内部転送時間である。また、 r は、記憶デバイスの回転待ち時間の平均値である。さらに、 x は、コントローラ（記憶デバイス3610の中央演算処理回路）のオーバーヘッド時間である。

【0318】終了予定時刻は、実行キュー3653の先頭につながれている要求から、対象となる要求までの重み時間の合計を、当該対象となる要求の到着時刻に加算した時刻である。ここで、対象となる要求がつながれていないキューにつながれている要求の重み時間は、終了予定時刻の算出に考慮されない。より具体的には、対象となる要求が、例えば、読み出しキューに3651につながれている読み出し要求3654（図37参照）であるとする。読み出し要求3654の終了予定時刻は、その到着時刻に、実行キュー3653につながれている要求3657と読み出し要求3655及び3654との重み時間の合計を加算した時刻である。また、書き込み要求3656の終了予定時刻は、その到着時刻に、要求3657と書き込み要求3656との重み時間の合計を加算した時刻である。

【0319】並べ替え制限時刻は、到着した読み出し又は書き込み要求を、読み出し又は書き込みキュー3651又は3652の最後尾以外の位置につなぐことができ

るかどうかを判断するための時刻であり、当該時刻を超えていなければ、同一キュー内に並んでいるすべての要求についてリアルタイム性が満たされると予想される。本実施形態においては、書き込み又は読み出し要求が本記憶デバイス制御装置3600に到着した時刻に、予め求められている第1の所定時間を加算することによって得られる。

【0320】書き込み要求優先時刻は、読み出し要求よりも書き込み要求を優先させるかどうかを判断するための時刻であり、本実施形態においては、書き込み要求が本記憶デバイス制御装置に到着した時刻に、予め定められた第2の所定時間を加算することによって得られる。この第2の所定時間は、書き込みキューに処理待ち要求が過剰にたまらないようにするための時間である。

【0321】制限時刻は、読み出し又は書き込み要求がコマンドとして発行され、読み出し又は書き込みが完了していなければならない時刻であり、本実施形態においては、書き込み又読み出し要求が本記憶デバイス制御装置に到着した時刻に、予め求められている第3の所定時間を加算することによって得られる。

【0322】ここで、上述した第1の所定時間と第3の所定時間との関係について述べる。上述した並び替え制限時刻と制限時刻とは一致することが望ましい。しかしながら、並び替え制限時刻は、本記憶デバイス制御装置3600内で算出するものであるから、当該制御装置3600内の時刻体系に従う。ところで、実際の読み出しや書き込みは、記憶デバイス3610内で行われるので、当該デバイスの時刻体系に従う。そのため、上述した並び替え制限時刻を満たすように待ち行列を構成しても、記憶デバイス3610に書き込まれたり、記憶デバイス3610から読み出されたりするデータのリアルタイム性は満たされないということが起こりうる。そのため、上述した第3の所定時間は、記憶デバイス3610に対して、書き込みや読み出しを行って得た実測値に基づいて求められ、リアルタイム性が満たされると信頼できる値を用いる。したがって、制限時刻を満たすように読み出しや書き込みが行われれば、データのリアルタイム性は保証される。一方、第1の所定時間は、この第3の所定時間から所定の時間を減算して得られる。このように、並び替え制限時刻と制限時刻との間に余裕を持たせることにより、上述した時刻体系の相違によって生じうる弊害を未然に防止している。また、第2の所定時間は、書き込みキューに処理待ち要求が過剰にたまらないようにするための時間であるから、第3の所定時間よりも短い時間が設定される。

【0323】コマンド発行処理部3670は、図40に示すアルゴリズムに従って、記憶デバイスへのコマンドの発行処理を行う。コマンド終了処理部3680は、図41に示すアルゴリズムに従って、記憶デバイス3610での処理（読み出し又は書き込み）が終了した読み出

し又は書き込み要求に対して終了処理を行う。

【0324】次に、本記憶デバイス制御装置3600における、読み出し又は書き込み要求が到着してから、データの読み出し又は書き込みが終了するまで処理について説明する。要求受け付け部3620は、外部から到着する読み出し又は書き込み要求に対して、要求番号、並び替え制限時刻、書き込み優先時刻（これは、書き込み要求にのみ添付される）及び制限時刻を添付して、読み出し要求を読み出し順序決定部3630に、また、書き込み要求を書き込み順序決定部3640に出力する。読み出し順序決定部3630は、要求受け付け部3620から読み出し要求及び添付情報を受け取ると、既に記憶デバイス制御装置に到着しており、未だコマンドとして発行されていない読み出し要求間での順序を決める。また、書き込み順序決定部3640は、読み出し順序決定部3630と同様に、書き込み要求についての順序を決める。

【0325】ここで、図39は、読み出し順序決定部3640又は書き込み順序決定部3650において、到着した読み出し要求又は書き込み要求の処理順序を決定するアルゴリズムを示すフローチャート図である。以下には、読み出し要求の処理順序を決定する際の読み出し順序決定部3640の動作を、図39を参照して説明する。

【0326】読み出し順序決定部3640は、読み出し要求を要求受け付け部3620から受け取ると（ステップS3901）、読み出しキュー3651の最後尾を仮決め位置とし、当該最後尾に到着した読み出し要求をつなぐ（ステップS3902）。読み出し順序決定部3640は、ステップS3902が終了すると、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、第1の重み時間の総和を計算させる（ステップS3903）。許容遅延管理部3660は、この通知に回答して、内部に保持する許容遅延情報リスト（図38参照）を一時的に更新する。このとき、許容遅延管理部3660は、まず、到着した読み出し要求についての重み時間を、上式（5）に基づいて算出し、当該要求の到着時刻に加算して終了予定時刻を算出し、さらに、当該重み時間及び終了予定時刻を許容遅延情報リストに記入する。そして、許容遅延管理部3660は、読み出しキュー3651につながれる読み出し要求すべての重み時間を加算し、重み時間の総和（第1の重み時間の総和）を保持する。許容遅延管理部3660は、第1の重み時間の総和を求めると、その旨を読み出し順序決定部3640に通知する。

【0327】次に、読み出し順序決定部3640は、この通知を受け取ると、読み出し要求を読み出しキュー3651の末尾からはずし、許容遅延情報リストを参照して、新たな仮決め位置を探す。より具体的には、読み出し順序決定部3640は、到着した読み出し要求を、現時点で読み出しキュー3651につながれており、かつ

処理順序が連続する読み出し要求の間に割り込ませた場合に、3つのアクセス位置が連続又は同一になるような位置を、読み出しキュー3651の末尾から順番に探していく。読み出し順序決定部3640は、かかるアクセス位置が連続又は同一になるような位置を見つけると、当該位置を新たな仮決め位置として、読み出し要求をつなぐ(ステップS3904)。読み出し順序決定部3640は、ステップS3904が終了すると、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、第2の重み時間の総和を計算させる(ステップS3905)。

【0328】許容遅延管理部3660は、この通知に回答して、内部に保持する許容遅延情報リスト(図38参照)を一時的に更新する。このとき、許容遅延管理部3660は、まず、到着した読み出し要求についての重み時間を、上式(5)に基づいて算出し、当該要求の到着時刻に加算して終了予定時刻を算出し、さらに、当該重み時間及び終了予定時刻を許容遅延情報リストに記入する。その後、許容遅延管理部3660は、到着した読み出し要求を仮決め位置の直後につながる読み出し要求のみについて重み時間を算出し直す。これは、到着した読み出し要求が仮決め位置に割り込むこととなるので、この直後につながる読み出し要求についての重み時間を算出する際のパラメータの1つである $f(d)$ が変わるからである。さらに、許容遅延管理部3660は、到着した読み出し要求よりも後ろにつながる読み出し要求について、終了予定時刻を算出し直す。これは、到着した読み出し要求が仮決め位置に割り込むこととなるので、当該要求の重み時間分、当該要求よりも後ろにつながる読み出し要求の終了予定時刻が遅れるからである。許容遅延情報管理部3660は、上述した一時的な更新が終了すると、現時点で、読み出しキュー3651につながる読み出し要求すべての重み時間を加算し、重み時間の総和(第2の重み時間の総和)を保持する。許容遅延管理部3660は、第2の重み時間の総和を求めると、その旨を読み出し順序決定部3640に通知する。

【0329】読み出し順序決定部3640は、この通知を受け取ると、現在、許容遅延情報管理部3660が保持している第1及び第2の重み時間の総和を取り出して比較し(ステップS3906)、第2の重み時間の総和が第1の重み時間の総和以上であると判断すると、ステップS3909(後述)に進む。読み出し順序決定部3640は、第2の重み時間の総和が第1の重み時間の総和よりも小さいと判断すると、ステップS3907に進む。

【0330】次に、読み出し順序決定部3640は、一時的に更新された許容遅延情報リストを参照して、現時点で読み出しキュー3651につながれている読み出し要求それぞれについて、終了予定時刻が並べ替え制限時刻内に収まるか否かを調べる(ステップS3907)。

読み出し順序決定部3640は、すべての終了予定時刻が並べ替え制限時刻内に収まると判断すると、ステップS3904で仮決めした位置を、到着した要求がつながれる位置と最終的に決める(ステップS3908)。一方、読み出し順序決定部3640は、いずれか1つの要求でも終了予定時刻が並べ替え制限時刻内におさまらないと判断すると、読み出しキュー3651における新たな仮決め位置から、到着した読み出し要求をはずし、最後尾につなぐ(ステップS3909)。

10 【0331】読み出し順序決定部3640は、ステップS3908又はS3909を終了すると、その旨をコマンド発行処理部3670に通知し、許容遅延情報リストを更新させ、保持させる(ステップS3910)。次に、読み出し順序決定部3640は、到着した読み出し要求を読み出しキュー3651につないだ旨を、コマンド発行処理部3911に通知する。

20 【0332】なお、上述では、読み出し順序決定部3640についてのみ説明したが、書き込み順序決定部3650もまた、同様の仮決めアルゴリズムを持っており、上述と同様の方法で、到着した書き込み要求を書き込みキュー3652につなぐ。

【0333】ここで、処理順序を決定するアルゴリズムとしては、上述したもの以外にも、例えば、図40に示すようなものがある。

30 【0334】まず、読み出し順序決定部3640は、読み出し要求を要求受け付け部3620から受け取ると(ステップS4001)、読み出しキュー3651の最後尾につながれている要求をサンプル要求として設定する(ステップS4002)。次に、読み出し順序決定部3640は、サンプル要求の直後に、受け取った読み出し要求を一時的につなぎ(ステップS4003)、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、重み時間の総和を計算させる(ステップS4004)。許容遅延管理部3660は、この通知に回答して、内部に保持する許容遅延情報リスト(図38参照)を一時的に更新する。このとき、許容遅延管理部3660は、まず、到着した読み出し要求についての重み時間を、上式(5)に基づいて算出し、当該要求の到着時刻に加算して終了予定時刻を算出し、さらに、当該重み時間及び終了予定時刻を許容遅延情報リストに記入する。そして、許容遅延管理部3660は、読み出しキュー3651につながる読み出し要求すべての重み時間を加算し、重み時間の総和を保持する。許容遅延管理部3660は、第1の重み時間の総和を求めると、その旨を読み出し順序決定部3640に通知する。

40 【0335】読み出し順序決定部3640は、この通知を受け取ると、サンプル要求が読み出しキュー3651の先頭につながれている要求か否かを調べ(ステップS4005)、先頭につながれていないと判断すると、現在のサンプル要求の直前につながれている要求を新たな

サンプル要求と設定する(ステップS4006)。この後、読み出し順序決定部3640は、ステップS4003に戻り、新たに設定したサンプル要求に基づいて、上述したステップS4003～S4005を実行する。つまり、読み出し順序決定部3640は、読み出しキュー3651につながれている読み出し要求を最後尾から順次的にサンプル要求とし、各読み出し要求の直後に、新たに到着した読み出し要求を一時的につなぎ、その位置につないだ場合の重み時間の総和をそれぞれ算出する。読み出し順序決定部3640は、ステップS4003～S4005を、新たな要求が到着する以前に読み出しキュー3651につながれている読み出し要求の個数に相当する回数、繰り返す。この後のステップS4005で、読み出し順序決定部3640は、サンプル要求が読み出しキュー3651の先頭につながれている要求であると判断するので、ステップS4007に進む。

【0336】次に、読み出し順序決定部3640は、許容遅延管理部3660が保持している重み時間の総和を取りだし、これらの中から最小の重み時間の総和を選択し、当該最小値に対応する位置を仮決め位置とし、受け取った読み出し要求をつなぎ(ステップS4008)、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、許容遅延リストを一時的に更新させる(ステップS4009)。許容遅延管理部3660は、この通知に応答して、内部に保持する許容遅延情報リスト(図38参照)を一時的に更新する。このとき、許容遅延管理部3660は、まず、到着した読み出し要求についての重み時間を、上式(5)に基づいて算出し、当該要求の到着時刻に加算して終了予定時刻を算出し、さらに、当該重み時間及び終了予定時刻を許容遅延情報リストに記入する。許容遅延管理部3660は、許容遅延情報リストの記入が終了すると、その旨を読み出し順序決定部3640に通知する。

【0337】読み出し順序決定部3640は、この通知に応答して、一時的に更新された許容遅延情報リストを参照して、現時点で読み出しキュー3651につながれている読み出し要求それぞれについて、終了予定時刻が並べ替え制限時刻内に収まるか否かを調べる(ステップS4010)。読み出し順序決定部3640は、すべての終了予定時刻が並べ替え制限時刻内におさまると判断すると、ステップS4008で仮決めした位置を、到着した要求が読み出しキュー3651においてつながれる位置と、最終的に決める(ステップS4010)。次に、読み出し順序決定部3640は、到着した要求をつなぐ位置を最終的に決めると、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、ステップS4009で一時的に更新させた許容遅延情報リストを保持させる(ステップS4012)。

【0338】読み出し順序決定部3640は、ステップS4010で、いずれか1つの要求でも終了予定時刻が

並べ替え制限時刻内におさまらないと判断すると、受け取った要求を、ステップS4008でつないだ位置からはずし、読み出しキュー3651の最後尾につなぎ(ステップS4013)、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、許容遅延情報リストを更新し、保持させる。(ステップS4014)。読み出し順序決定部3640は、ステップS4012又はS4014を終了すると、その旨をコマンド発行処理部3670に通知する(ステップS4010)。

10 【0339】なお、読み出し及び書き込み順序決定部3640及び3650は、他の順序決定アルゴリズムとして、読み出しキュー3651及び書き込みキュー3652に既に連続的につながれている要求が持つアクセス位置それぞれが連続又は同一であれば、受け取った要求を、当該連続的につながれている要求の間につなぐことを禁止し、かつ、当該読み出しキュー3651及び書き込みキュー3652において、なるべく先頭につなぐようにしてもよい。

20 【0340】コマンド発行処理部3670は、読み出し又は書き込み順序決定部3640又は3650から要求が到着した旨を受け取ると、記憶デバイスへのコマンドの発行処理を行う。図41は、コマンド発行処理部3670において、コマンドを発行するキューを選択するためのアルゴリズムを示すフローチャートある。コマンド発行処理部3670では、まず、実行キュー3653を参照して、現時点で、記憶デバイス3610で処理中の要求が規定数未満であるかどうかを調査し(ステップ4101)、規定数未満になるまで待機する。コマンド発行処理部3670は、上記の規定数未満であると判断すると、書き込みキュー3652に書き込み要求がつながれているかどうかを調査し(ステップ4102)、書き込み要求が存在しないと判断すると、読み出しキュー3651に読み出し要求がつながれているかどうかを調査する(ステップS4103、なお、書き込み要求が存在する場合については後述する)。

30 【0341】コマンド発行処理部3670は、読み出し要求がつながれていないと判断すると、コマンドとして発行されることを待っている要求が存在しないと判断し、コマンド発行処理を行わない(ステップS4104)。一方、コマンド発行処理部3670は、読み出し要求がつながれていると判断すると、読み出しキュー3651から、その先頭に位置する読み出し要求をはずして次実行コマンドとし(ステップS4105)、記憶デバイス3610に出力する。さらに、コマンド発行処理部3670は、読み出しキュー3651からはずした読み出し要求を、実行キュー3653の最後尾につなぐ。これによって、コマンド発行処理部3670は、現時点でコマンドとして発行されている要求がいくつあるかが把握できる。つまり、上記の規定数が把握できる。

50 【0342】次に、コマンド発行処理部3670は、許

容遅延管理部3660に次実行コマンドとして読み出し要求を出力したことを通知する(ステップS4106)。許容遅延管理部3660は、この通知に回答して、許容遅延情報リストを参照して、次実行コマンドとして発行された読み出し要求が持つ重み時間を得た後、当該リストに記入されている各書き込み要求の終了予定時刻を計算し直す。つまり、許容遅延管理部3660は、かかる通知を受ける以前に記入されていた終了予定時刻に、次コマンドとして発行された読み出し要求の重み時間を加算する。この加算を行うのは、終了予定時刻が各キュー毎に計算されるからであり、これによって、書き込み要求の終了予定時刻は正確なものに補正される。

【0343】一方、コマンド発行処理部3670は、ステップS4102で、書き込み要求が書き込みキュー3652につながれていると判断すると、記憶デバイス3610に書き込むべきデータが一時的に格納されるバッファメモリの使用容量が所定のしきい値を超えているかどうかを調べる(ステップS4107)。なお、このバッファメモリの使用量と所定のしきい値との比較については、第1の実施形態で説明したバッファメモリ管理部45を構成すれば簡単にできるため、ここでは説明を省略する。さて、コマンド発行処理部3670は、ステップS4007で、上記の使用容量がしきい値以上であると判断すると、書き込みキュー3652から、その先頭に位置する書き込み要求をはずして次実行コマンドとし(ステップS4108)、記憶デバイス3610に出力する。さらに、コマンド発行処理部3670は、書き込みキュー3652からはずした要求を実行キューの最後尾につなぐ。次に、コマンド発行処理部3670は、許容遅延管理部3660に次実行コマンドとして書き込み要求を出力したことを通知する(ステップS4109)。許容遅延管理部3660は、この通知に回答して、許容遅延情報リストを参照して、次実行コマンドとして発行された書き込み要求が持つ重み時間を、予め定められた最大処理時間に置き換える。次に、許容遅延管理部3660は、許容遅延リストに記入されている各書き込み要求であって、書き込みキュー3652につながれている書き込み要求の終了予定時刻を計算し直す。さらに、許容遅延管理部3660は、かかる通知を受ける以前に既に記入されていた終了予定時刻(読み出し要求のもの)に、次コマンドとして発行された書き込み要求の重み時間を加算する。この加算を行うのは、終了予定時刻が各キュー毎に計算されるからである。これによって、書き込み及び読み出し要求の終了予定時刻は正確なものに補正される。

【0344】一方、コマンド発行処理部3670は、ステップS4107で、上記の使用容量がしきい値未満であると判断すると、許容遅延情報リストを参照して、書き込み要求優先時刻が現在時刻を超えている書き込み要

求が存在するかどうかを調べ(ステップS4111)、書き込み優先時刻に達している書き込み要求が存在すると判断すると、上述したステップS4108及びS4109を実行する。

【0345】一方、コマンド発行処理部3670は、ステップS4110で、書き込み優先時刻に達している書き込み要求が存在しないと判断すると、読み出しキュー3651に読み出し要求につながれているかどうかを調査し(ステップS4111)、読み出し要求が存在しないと判断すると、上述したステップS4108及びS4109を実行する。

【0346】一方、コマンド発行処理部3670は、ステップS4111で、読み出し要求につながれていると判断すると、遅延情報管理リストを参照して、読み出しキュー3651の先頭に位置する読み出し要求についてのアクセス位置が、実行キュー3653の末尾に位置する要求(読み出し又は書き込み)についてのアクセス位置と連続又は同一か、そうでないかを調べる。コマンド発行処理部3670は、アクセス位置が連続又は同一であると判断すると、前述したステップS4105及びS4106を実行する。

【0347】一方、コマンド発行処理部3670は、ステップS4112で、アクセス位置が連続又は同一でないと判断すると、遅延情報管理リストを参照し、書き込みキュー3652から書き込み要求をはずしてコマンドとして発行しても、読み出しキュー3651につながれている各読み出し要求についての制限時刻を守ることができるかどうかを調べる。このとき、コマンド発行処理部3670は、書き込みキュー3652の先頭に位置する書き込み要求についての終了予定時刻と、読み出しキュー3651につながれている各読み出し要求の制限時刻とを比較して判断する。コマンド発行処理部3670は、制限時間を守ることができると判断すると、上述したステップS4108及びS4109を実行し、制限時間を守ることができないと判断すると、前述したステップS4105及びS4106を実行する。

【0348】コマンド発行処理部3670は、上述したようなアルゴリズムに従って、記憶デバイス3610に対してコマンドを発行する。記憶デバイス3610は、コマンドに応じた処理を実行し終了すると、コマンドの終了通知を発行する。この終了通知は、記憶デバイス3610上で処理の終了時刻を含んでいる。コマンド終了処理部3680は、コマンドの終了通知を受け取る。

【0349】ここで、図42は、コマンド終了処理部3680(図36参照)において、記憶デバイス3610からコマンドの終了通知が到着した際に行われる処理手順を示すフローチャートである。コマンド終了処理部3680は、コマンドの終了通知を受け取ると(ステップS4201)、終了時刻を取り出し、許容遅延情報リストから当該コマンドに対応する要求についての終了予定

時刻を取り出す。次に、コマンド終了処理部3680は、終了予定時刻と終了時刻とが、予め定められた規定値以上の時間差があるかどうかを調べ（ステップS4202）、時間差がないと判断すると、（ステップS4203に進む（後述）。なお、ここで、規定値とは、本記憶デバイス制御装置の仕様に応じて決まる値であり、ソフトウェアの処理負担を軽くする場合には大きな値が採用され、高精度に終了予定時刻を補正しようとする場合は小さな値が採用される。コマンド終了処理部3680は、ステップS4203において、コマンドの終了通知を受け取ったことを許容遅延管理部3660に通知する（ステップS4203）。許容遅延管理部3660は、この通知を受け取ると、許容遅延情報リストにおける、コマンドの終了通知に対応する要求（読み出し又は書き込み）についての遅延管理情報を削除する。

【0350】一方、コマンド終了処理部3680は、ステップS4202で、時間差があると判断すると、この時間差を許容遅延管理部3660に通知する（ステップS4204）。許容遅延管理部3660は、この通知を受け取ると、許容遅延情報リストにおける、コマンドの終了通知に対応する要求（読み出し又は書き込み）についての遅延管理情報を削除した後、すべて要求についての終了予定時刻を計算し直す。つまり、許容遅延管理部3660は、終了予定時刻に時間差を反映させる。これによって、終了予定時刻は、その時点で最も正しい時刻に補正される。

【0351】コマンド終了処理部3680は、ステップS4203又はS4204が終了すると、上述したコマンドの終了通知に対応する要求を、実行キュー3653からはずし（ステップS4205）、この旨をコマンド発行処理部3670に通知する（ステップS4206）。これによって、コマンド発行処理部3670は、図41のステップS4101からS4102に進む。

【0352】以上に説明したように、本記憶デバイス制御装置3600は、読み出し又は書き込み順序決定部3630又は3640において、すべての要求について、終了予定時刻が並べ替え制限時刻を超えず、しかも、重み時間の総和ができるだけ小さくなるように、読み出し又は書き込みキュー3651又は3652内の処理待ち要求の順序を決める。そのため、本実施形態に係る記憶デバイス制御装置3600は、並び替えによって起こる、処理待ち要求の遅延に限界を設けつつ、要求1つ1つの処理に必要な時間を短くでき、記憶デバイス3610の使用効率を向上させることが可能となる。これによって、本記憶デバイス3600を適用するビデオサーバは、より少ない記憶デバイスで、多くのユーザをサポートすることができるようになる。

【0353】また、本記憶デバイス制御装置3600は、読み出し及び書き込み順序決定部3640及び3650を別々に設け、読み出し要求についての読み出しが

終了すると予想される時刻が、予め定められた制限時刻に間に合う範囲で、書き込み要求をコマンドとして発行するようにしている（図41；ステップS4113）。そのため、本記憶デバイス制御装置3600は、読み出し及び書き込み要求が混在する場合に、書き込むべきデータを記憶デバイスの使用効率を向上させつつ、記憶デバイス3610から読み出されるデータのリアルタイム性を保証できる。

【0354】また、本記憶デバイス制御装置3600は、単位時間当たりに、記憶デバイス3610に発行できるコマンド数を規定数未満に制限し、つまり、記憶デバイス3610において処理中の要求数を規定数未満に制限する（図41；ステップS4101）。これによって、本記憶デバイス制御装置3600は、記憶デバイス3610にとって、最も効率のよい要求数を選択することができ、かつ、待ち行列の構成する要求数を増やして、最も処理効率のよい要求の順序を決めることができる。

【0355】また、本記憶デバイス制御装置3600は、記憶デバイス3600において処理（読み出し又は書き込み）の終了時刻が、当該処理に対応する読み出し又は書き込み要求の終了予定時刻とずれている場合、そのずれを、待ち行列を構成する要求の終了予定時刻に反映させる（図42；ステップS4204）。これによって、本記憶デバイス制御装置3600は、重み時間と実際の処理時間との差を吸収し、終了予定時刻を計算する際に予め持たせておいた余裕を減らすことができ、その結果、待ち行列を構成する要求数を増やすことができ、記憶デバイス3610にとって、最も処理効率のよい要求の順序を決めることができる。

【0356】また、本記憶デバイス制御装置3600は、待ち行列を構成する書き込み要求の中に、予め定められた書き込み優先時刻に達しているものがある場合、読み出し要求よりも、書き込み要求を優先してコマンドを発行する。これによって、本記憶デバイス制御装置3600によれば、データは制限時間を超えて書き込まれることがなくなるので、記憶デバイス3610上に書き込まれるデータの信頼性を向上させることができる。

【0357】また、本記憶デバイス制御装置3600は、読み出し又は書き込み順序決定部3630又は3640により決められた順番が連続している要求についてのアクセス位置が連続又は同一である場合、新たに到着した要求が当該連番の要求間への割り込みを禁止する。したがって、本記憶デバイス制御装置3600は、可能な限りアクセス位置が連続又は同一の要求を連続して記憶デバイス3610にコマンドとして発行する。これによって、記憶デバイス3610における回転待ち時間を、実際の処理時間から省くことができ、結果として、単位要求当たりに必要となる処理時間を減らすことができ、記憶デバイス3610は、単位時間当たりにより多

くの要求を処理することができる。あるいは、本記憶デバイス制御装置3600は、予め定められた並べ替え制限時刻を超えない範囲で、新たな要求が到着すると、待ち行列を構成する要求の中に、アクセス位置が連続又は同一のものが存在すれば、処理順序が連続するように順序を決める。これによっても、上述と同様に、要求1つ1つの処理に必要な時間を短くでき、記憶デバイス3610の使用効率を向上させることが可能となる。

【0358】なお、本記憶デバイス制御装置3600は、上述した実施形態に限定されず、

(1) 図39～図41に示すフローチャートにおける判断ステップの順序は、1例を示しただけであり、入れ替えてもよい。

(2) 図39～図41に示すフローチャートにおいて、一部の判断ステップを採用してもよい。

(3) 記憶デバイス3610は、磁気ディスクドライブのみならず、CD-I (CD-Interactive) ドライブやMODD (Magnetic Optical Disk Drive) その他の読み出し及び書き込みが可能な記憶デバイスであればよい。なお、このことは、第1の実施形態(記憶デバイス制御装置)及び第1～第7の構成例(記憶デバイス管理システム)にも該当することである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る記憶デバイス制御装置及びその周辺装置の構成を示すブロック図である。

【図2】位置情報管理部1(図1参照)の構成を示すブロック図である。

【図3】空き領域管理部11(図2参照)が持つ空き領域リストを示す図である。

【図4】アドレス位置ファイル作成部12(図2参照)がアドレス位置ファイルを作成する際の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】アドレス位置ファイル管理部13(図2参照)が持つアドレス位置リストを示す図である。

【図6】要求制御部4(図1参照)の詳細なブロック構成を示す図であり、さらに、位置情報管理部1や記憶デバイス2等との接続関係を示す図である。

【図7】優先度管理部41(図6参照)を説明するための図である。

【図8】キュー入力部42(図6参照)に入力する読み出し要求又は書き込み要求を3種類のうちのいずれかのキューに格納するための規則を説明するための図である。

【図9】キュー管理部43(図6参照)が持つキュー管理リストを示す図である。

【図10】許容遅延管理部44(図6参照)を説明するための図である。

【図11】最優先要求が入力する場合における、キュー

入力部42(図6参照)の処理手順を示すフローチャートである。

【図12】優先要求が入力する場合における、キュー入力部42(図6参照)の処理手順を示すフローチャートである。

【図13】バッファメモリ管理部45(図6参照)の詳細な構成を示すブロック図である。

【図14】コマンド発行処理部47(図6参照)の詳細な構成を示すブロック図である。

10 【図15】状態テーブル(図6参照)が保持する状態番号と、コマンド発行部471により選択されるキューとの関係を説明するための図である。

【図16】コマンド終了処理部48(図6参照)の詳細な構成を示すブロック図である。

【図17】記憶デバイス制御装置から状態テーブル46(図6参照)と、第1、第2及び第3状態テーブル更新部412、444及び453(図7、図10及び図13参照)とをなくした場合に、コマンド発行部471が、コマンド発行のためのキューを選択するために実行する処理手順を示すフローチャートである。

20 【図18】本発明に係る記憶デバイス管理システムの第1～第7の構成例を示すブロック図である。

【図19】第1、第3、第5～第7の構成例に係る記憶デバイス管理システム(図18参照)が管理対象とする記憶デバイス及びその周辺装置の構成例を示すブロック図である。

【図20】第1の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)の処理手順を示すフローチャートである。

30 【図21】第1の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図22】第2及び第4の構成例に係る記憶デバイス管理システム(図18参照)が管理対象とする記憶デバイス及びその周辺装置の構成例を示すブロック図である。

【図23】第2の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)の処理手順を示すフローチャートである。

40 【図24】第2の実施形態に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図25】第3の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)の処理手順を示すフローチャートである。

【図26】図25に示すステップS2505とS2506の処理が繰り返し実行されることによる、SCSI a～SCSI cの配置先計算値の遷移、及び、ステップS2507で選択される記憶デバイス1805を示す図である。

50 【図27】第3の構成例に係るアドレス位置ファイル作

成部1803(図18参照)が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図28】第4の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)の処理手順を示すフローチャートである。

【図29】図28に示すステップS2805とS2806の処理が繰り返し実行されることによる、MSFS1及びMSFS2及びそれぞれについてのSCSIa～SCSIcの配置先計算値の遷移、並びに、ステップS2808で選択される記憶デバイス1805を示す図である。

【図30】第4の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図31】第5の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)の処理手順を示すフローチャートである。

【図32】第5の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図33】第6の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)の処理手順を示すフローチャートである。

【図34】第7の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)の処理手順を示すフローチャートである。

【図35】第7の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803(図18参照)が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図36】本発明の第2の実施形態に係る記憶デバイス制御装置及びその周辺装置の構成を示すブロック図である。

【図37】キュー管理テーブル3630(図36参照)が管理するキューの構造を概念的に示す図である。

【図38】許容遅延管理部3660(図36参照)が内部に保持する許容遅延リストを示す図である。

【図39】読み出し順序決定部3640又は書き込み順序決定部3650(図36参照)において、到着する読み出し要求又は書き込み要求がコマンドとして発行される順序を決めるための処理手順を示すフローチャートである。

【図40】読み出し順序決定部3640又は書き込み順序決定部3650(図36参照)において、到着する読み出し要求又は書き込み要求がコマンドとして発行される順序を決めるための他の処理手順を示すフローチャートである。

【図41】コマンド発行処理部3670(図36参照)において、どのキューにつながれている要求を取り出し

て、記憶デバイスに対してコマンドとして発行するかを決めるための処理手順を示すフローチャートである。

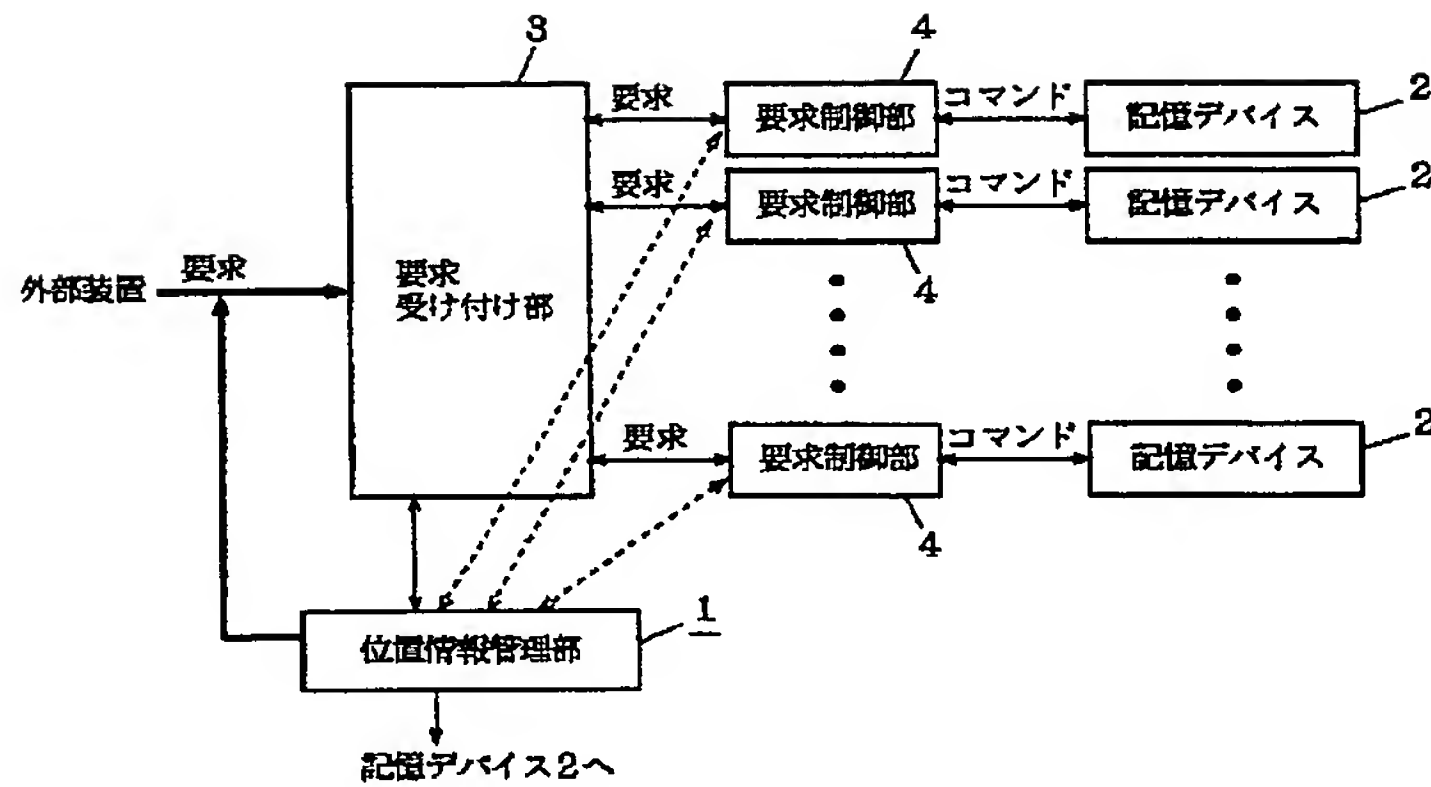
【図42】コマンド終了処理部3680(図36参照)において、記憶デバイス3610からコマンドの終了通知が到着した際に行われる処理手順を示すフローチャートである。

【図43】従来の記憶デバイス制御装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1…位置情報管理部
- 11, 1802…空き領域管理部
- 12, 1803…アドレス位置ファイル作成部
- 13…アドレス位置ファイル管理部
- 14…アドレス位置リスト参照部
- 15…ファイル書き込み要求出力部
- 2, 1805, 1807, 3610…記憶デバイス
- 3, 3620…要求受け付け部
- 4…要求制御部
- 41…優先度管理部
- 411…優先度情報管理部
- 412…第1状態テーブル更新部
- 42…キュー入力部
- 43, 3630…キュー管理部
- 44, 3660…許容遅延管理部
- 441…許容遅延情報管理部
- 442…優先読み出し許容時間最小値管理部
- 443…書き込みキュー先頭要求の処理時間管理部
- 444…第2状態テーブル更新部
- 45…バッファメモリ管理部
- 451…使用容量管理部
- 452…しきい値管理部
- 453…第3状態テーブル更新部
- 46…状態テーブル
- 47, 3670…コマンド発行処理部
- 471…コマンド発行部
- 472…第1許容遅延情報更新指示部
- 473…優先度情報更新指示部
- 48, 3680…コマンド終了処理部
- 481…終了通知受け付け部
- 482…次コマンド発行指示部
- 483…許容遅延情報補正指示部
- 484…第2許容遅延情報更新指示部
- 485…使用容量更新指示部
- 3640…読み出し順序決定部
- 3650…書き込み順序決定部
- 1801…構成管理部
- 1804, 1806…記憶デバイス制御装置

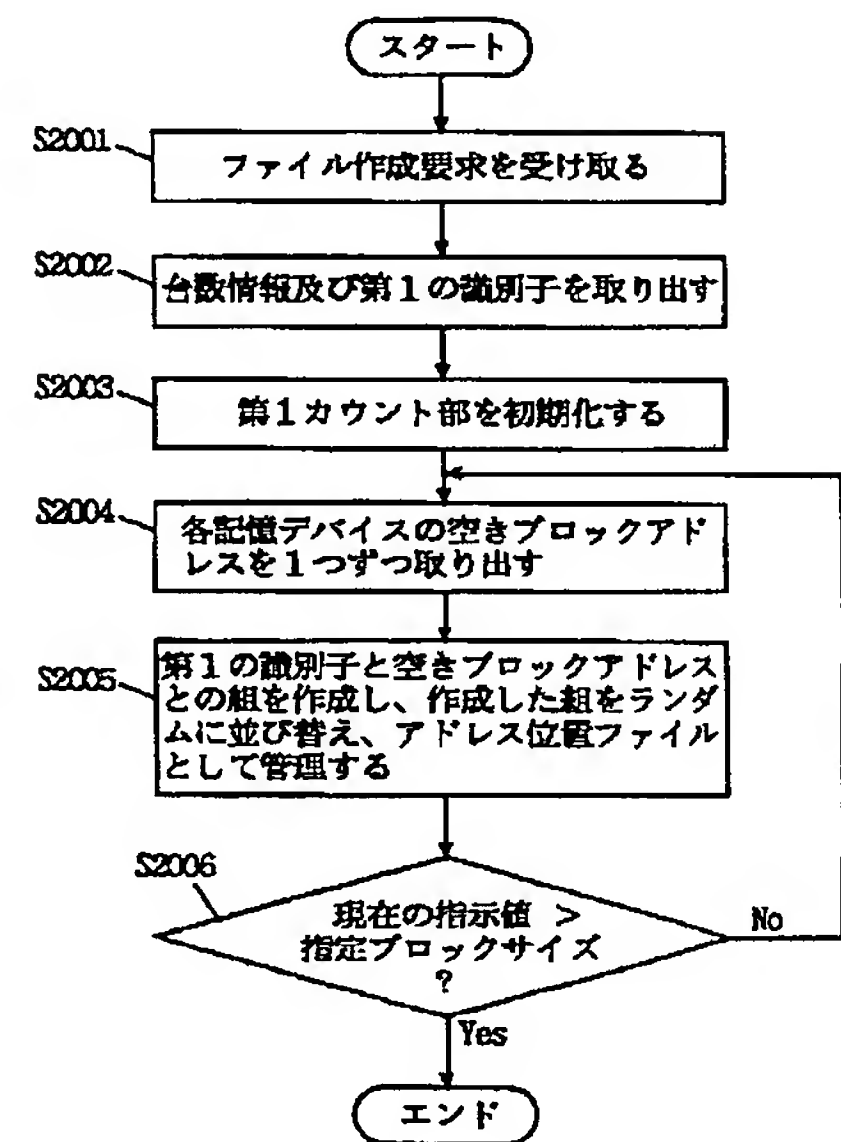
【図1】



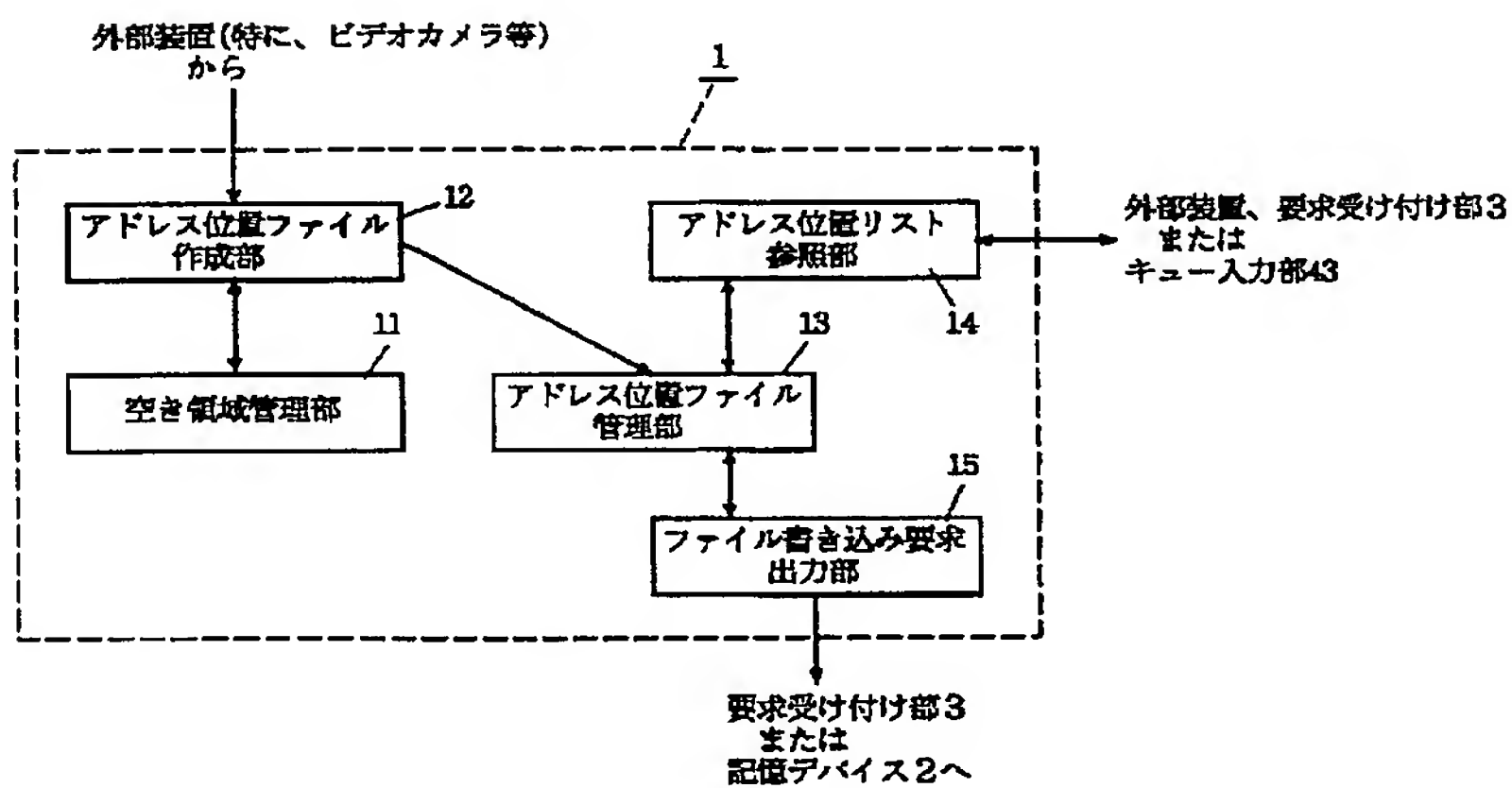
【図3】

参照番号	SCSI アドレス	先頭アドレス

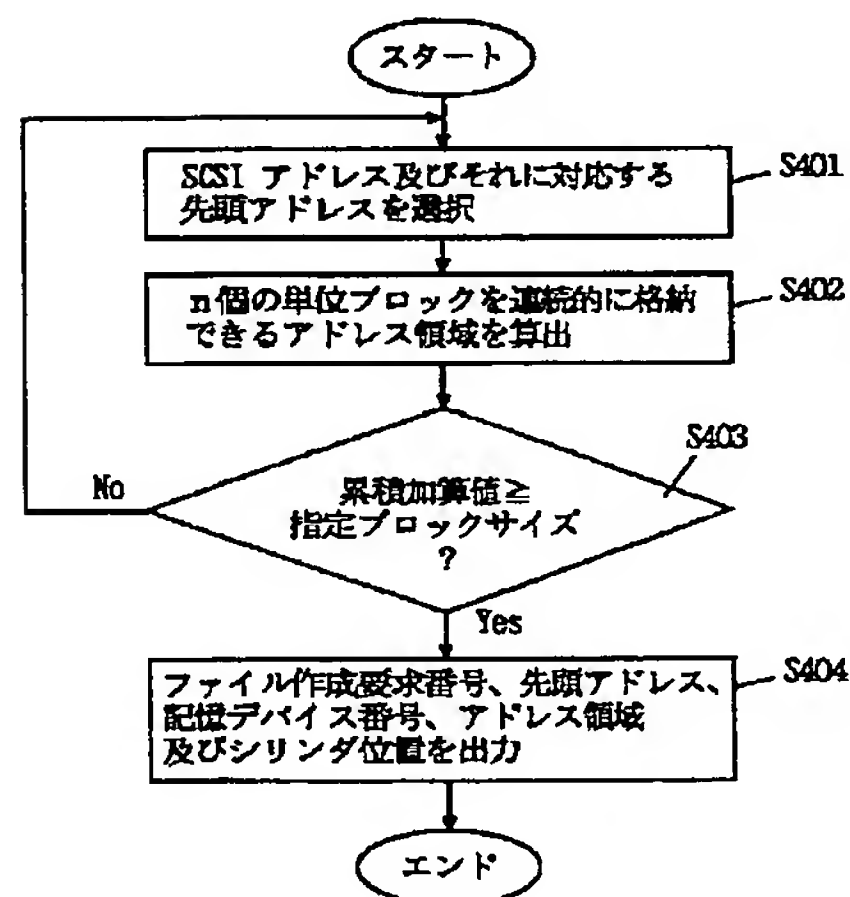
【図20】



【図2】



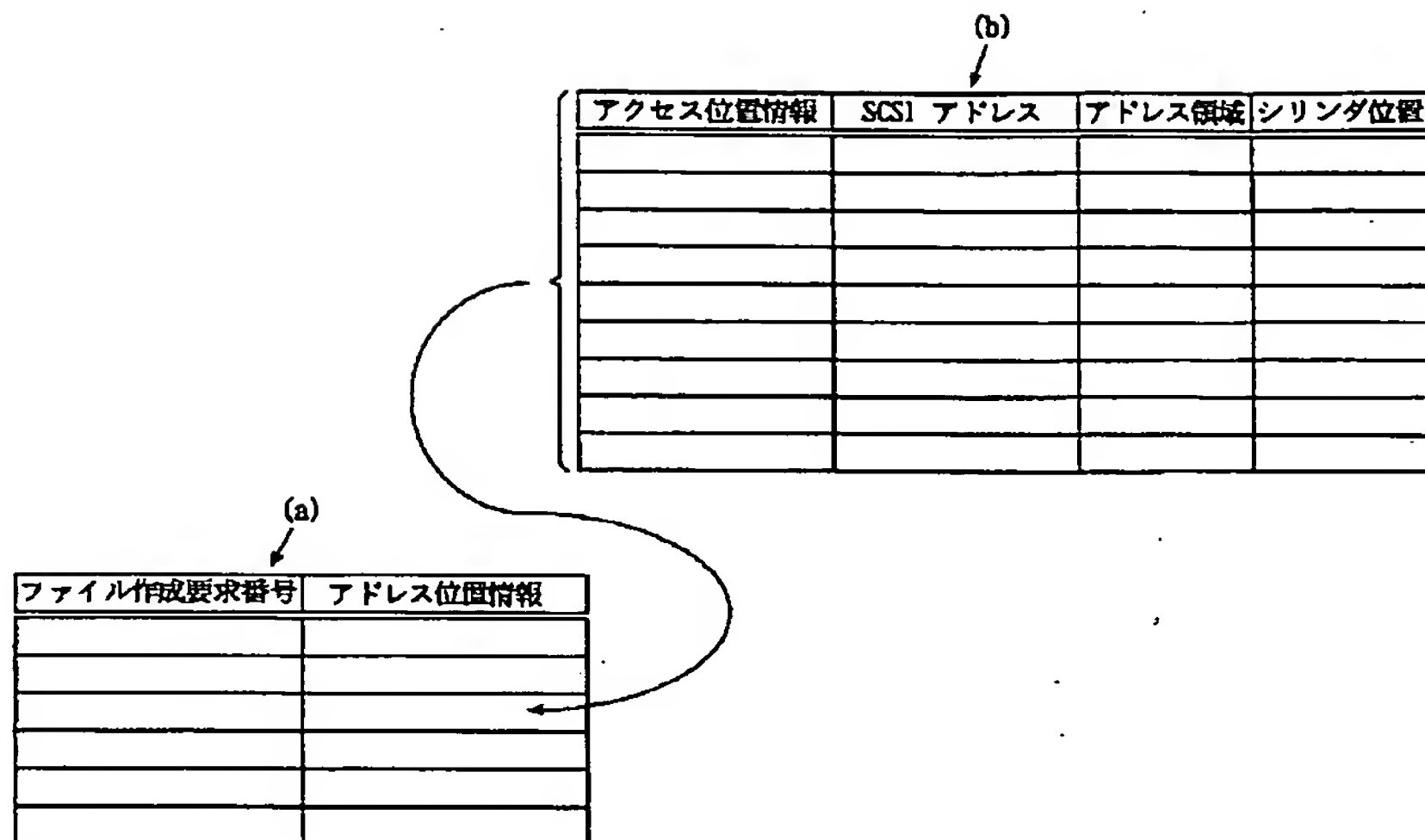
【図4】



【図8】

最優先の要求	優先キューに格納（優先キューに既に格納されているすべての要求が許容遅延値内で読み出し処理が完了し、なおかつ既に格納されている他の最優先要求よりも先に読み出し処理されない範囲で可能な限り先頭）
優先の要求	優先キューに格納
書き込みの要求	書き込みキューに格納
非優先の要求	非優先キューに格納

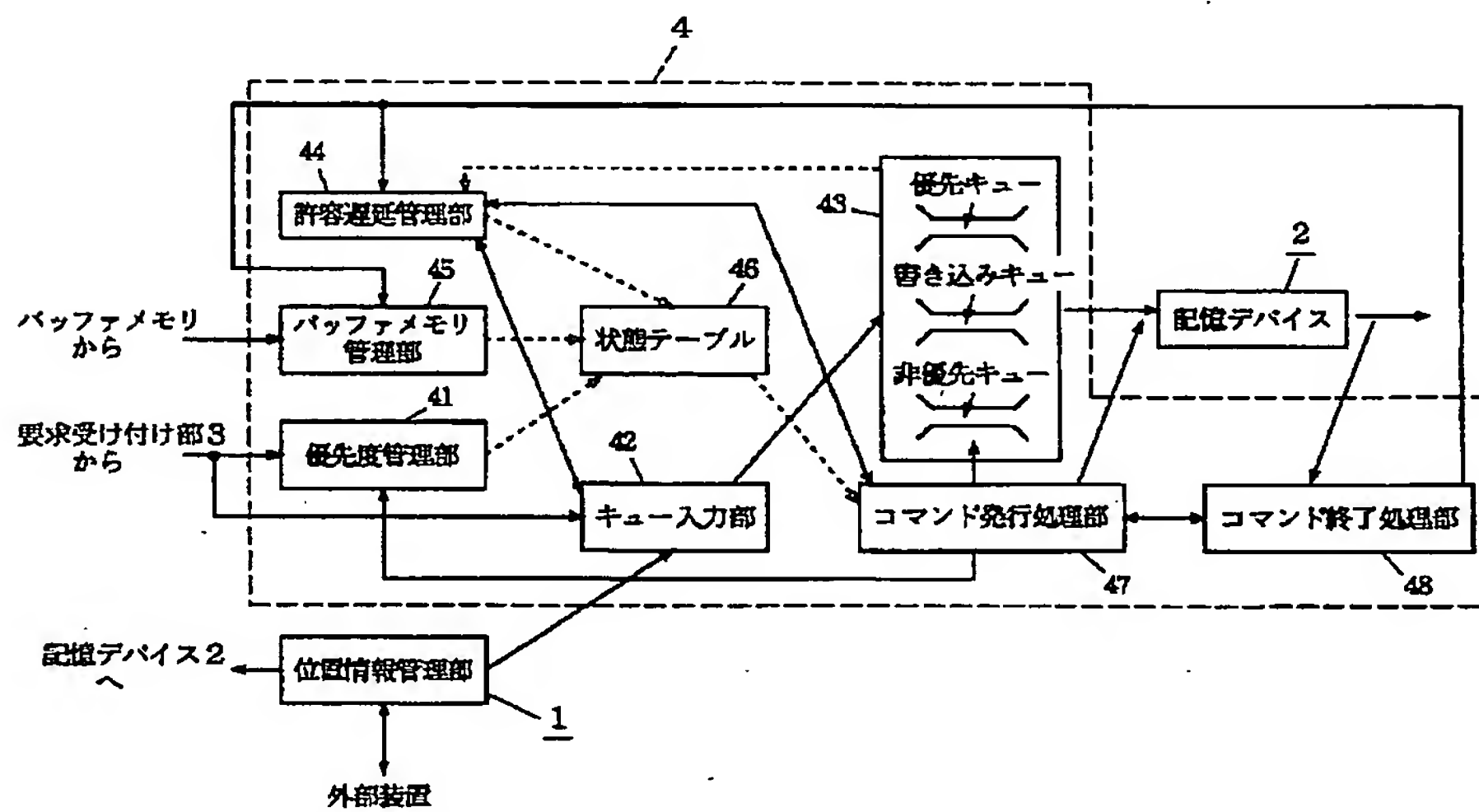
【図5】



【図21】

2101		2102	
SCSI アドレス	ブロック アドレス	SCSI アドレス	ブロック アドレス
SCSIb	1	SCSIc	101
SCSIa	1	SCSIb	101
SCSIc	1	SCSIa	101
SCSIa	2	SCSIb	102
SCSIc	2	SCSIa	102
SCSIb	2	SCSIc	102
SCSIc	3	SCSIa	103
SCSIa	3	SCSIb	103
...

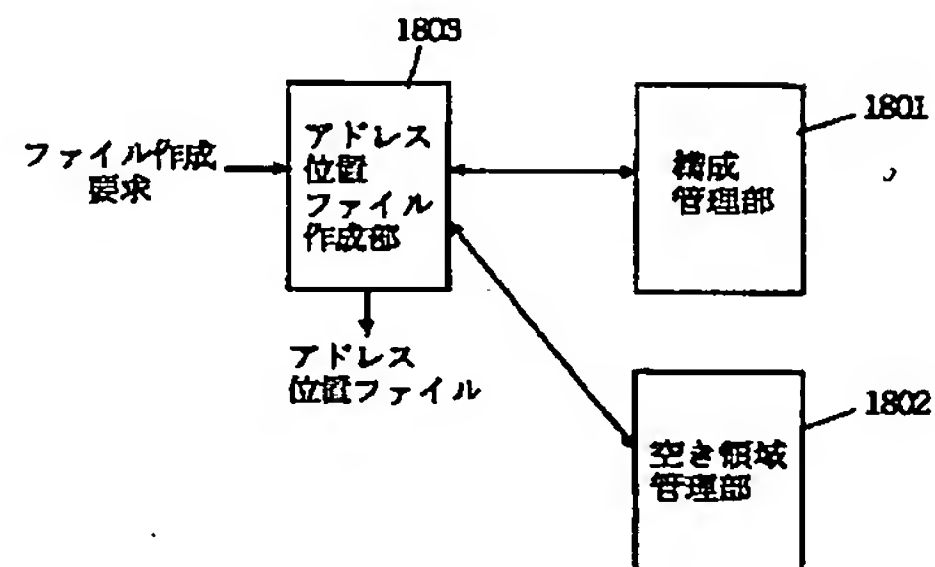
【図6】



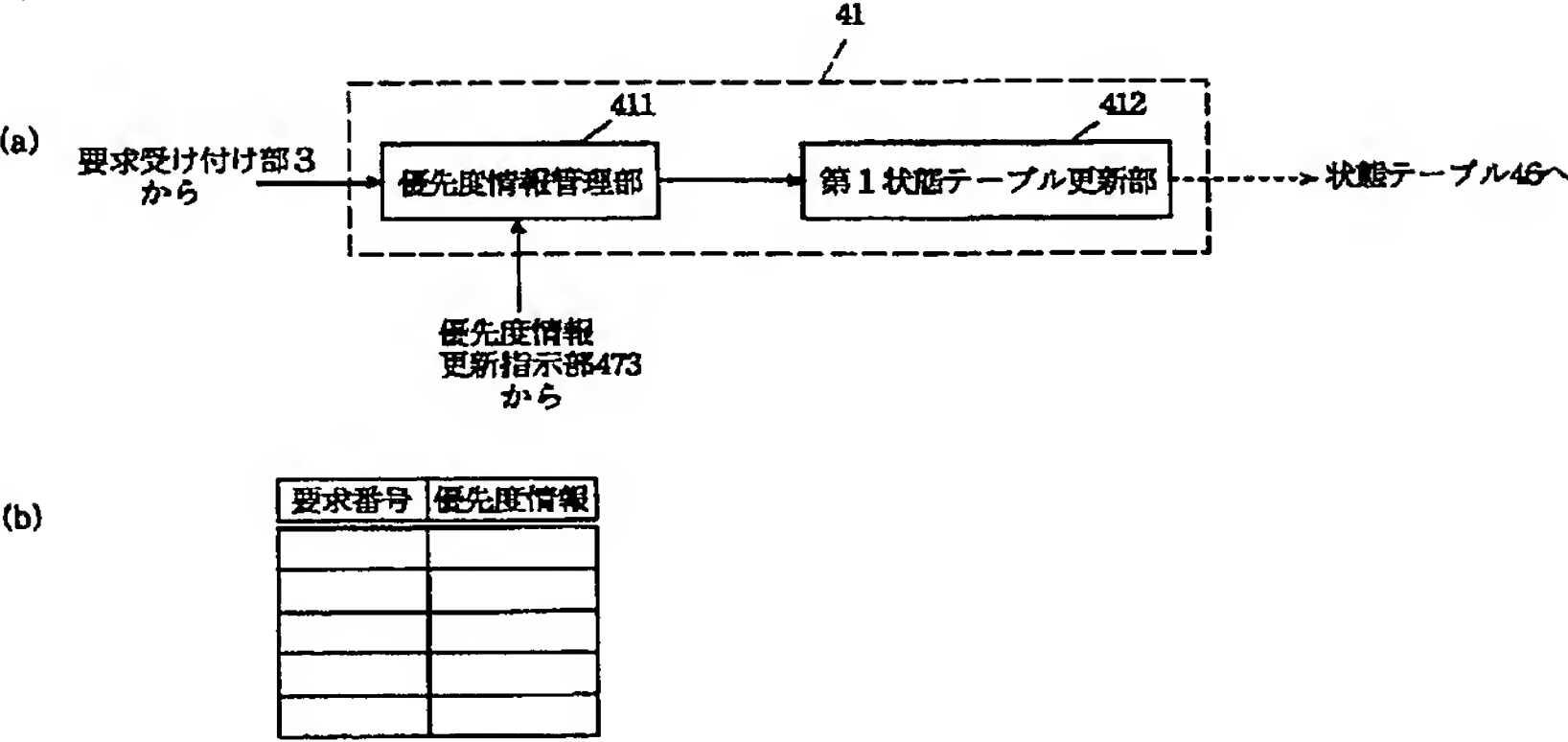
【図9】

要求番号	優先度情報	キューの種類	キューにおける格納位置	アドレス位置情報

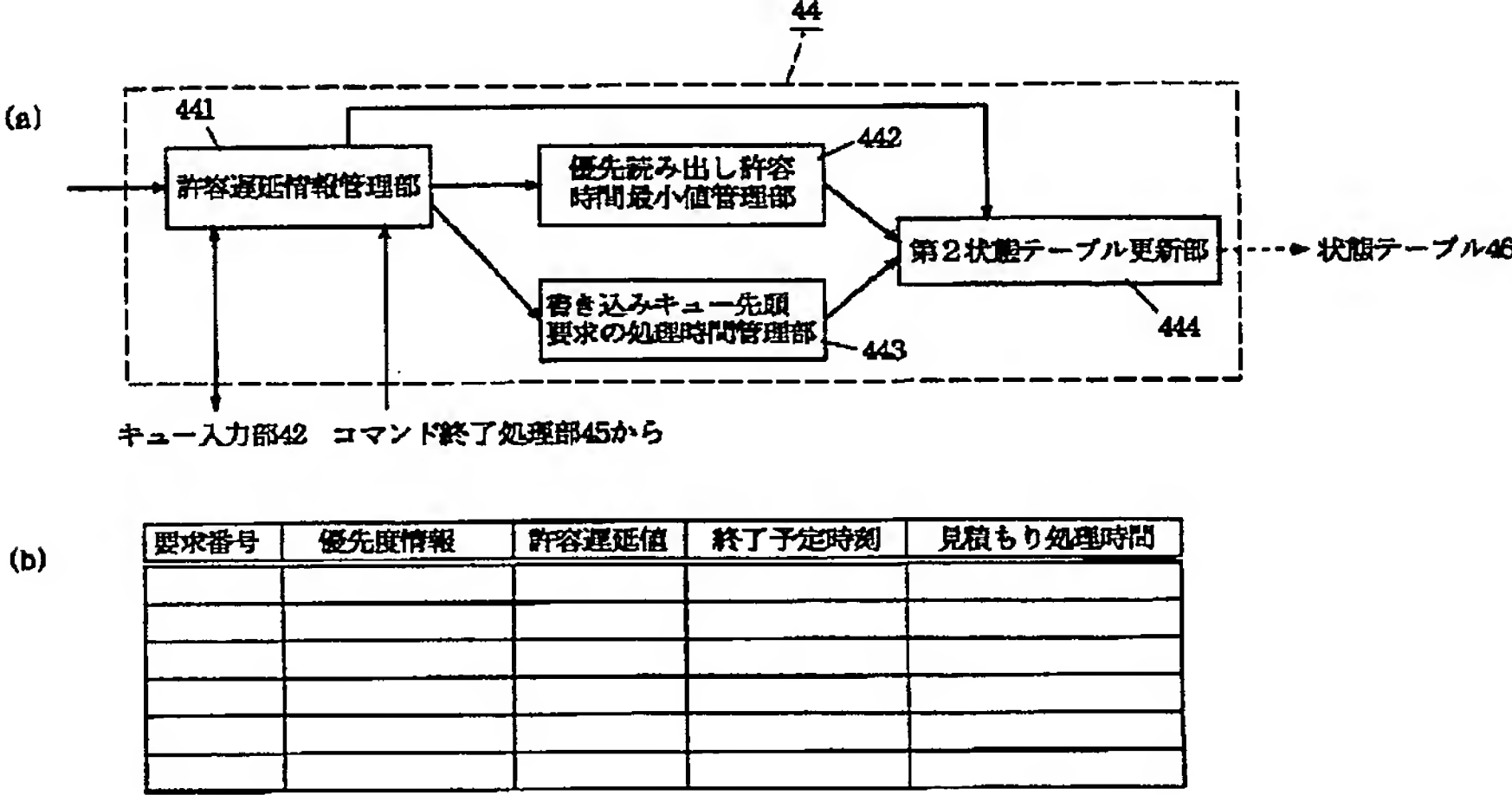
【図18】



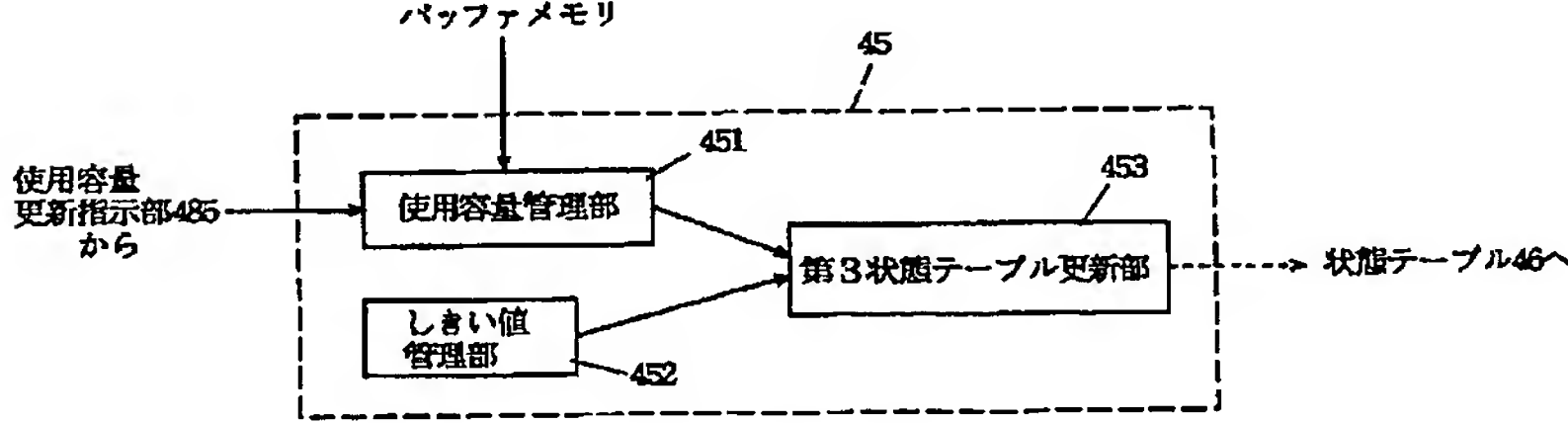
【図7】



【図10】



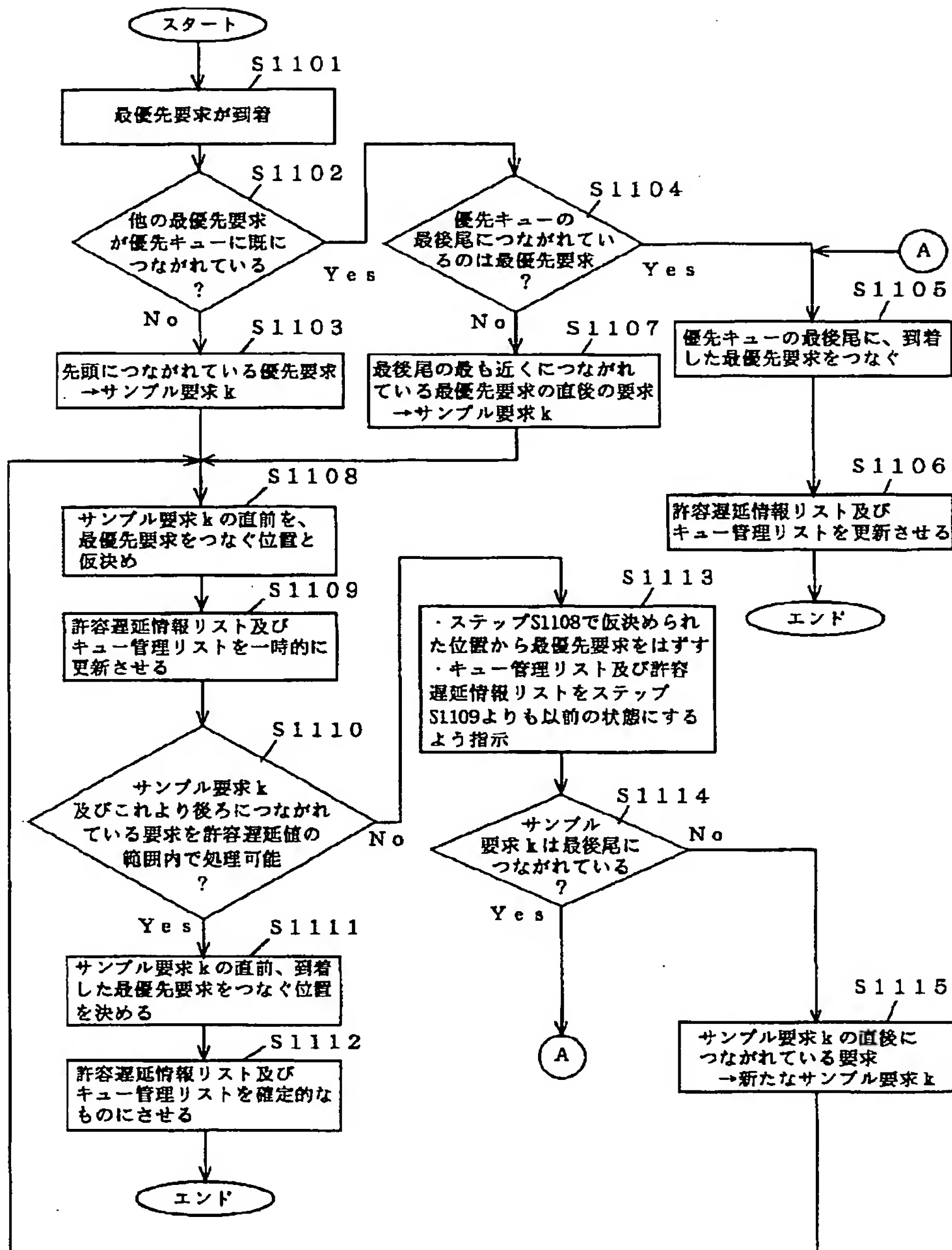
【図13】



【図27】

2701		2702	
SCSI レベル	ブロック レベル	SCSI レベル	ブロック レベル
(a)	SCSIb 1	SCSIc	101
	SCSIc 1	SCSIb	101
(b)	SCSIb 2	SCSIc	102
	SCSIa 1	SCSIb	102
	SCSIc 2	SCSIa	101
	SCSIb 3	SCSIc	103
	SCSIc 3	SCSIb	103
	SCSIa 2	SCSIc	104
	SCSIc 4	SCSIb	104
	SCSIb 4	SCSIa	102
	.	.	.
	.	.	.

【図11】



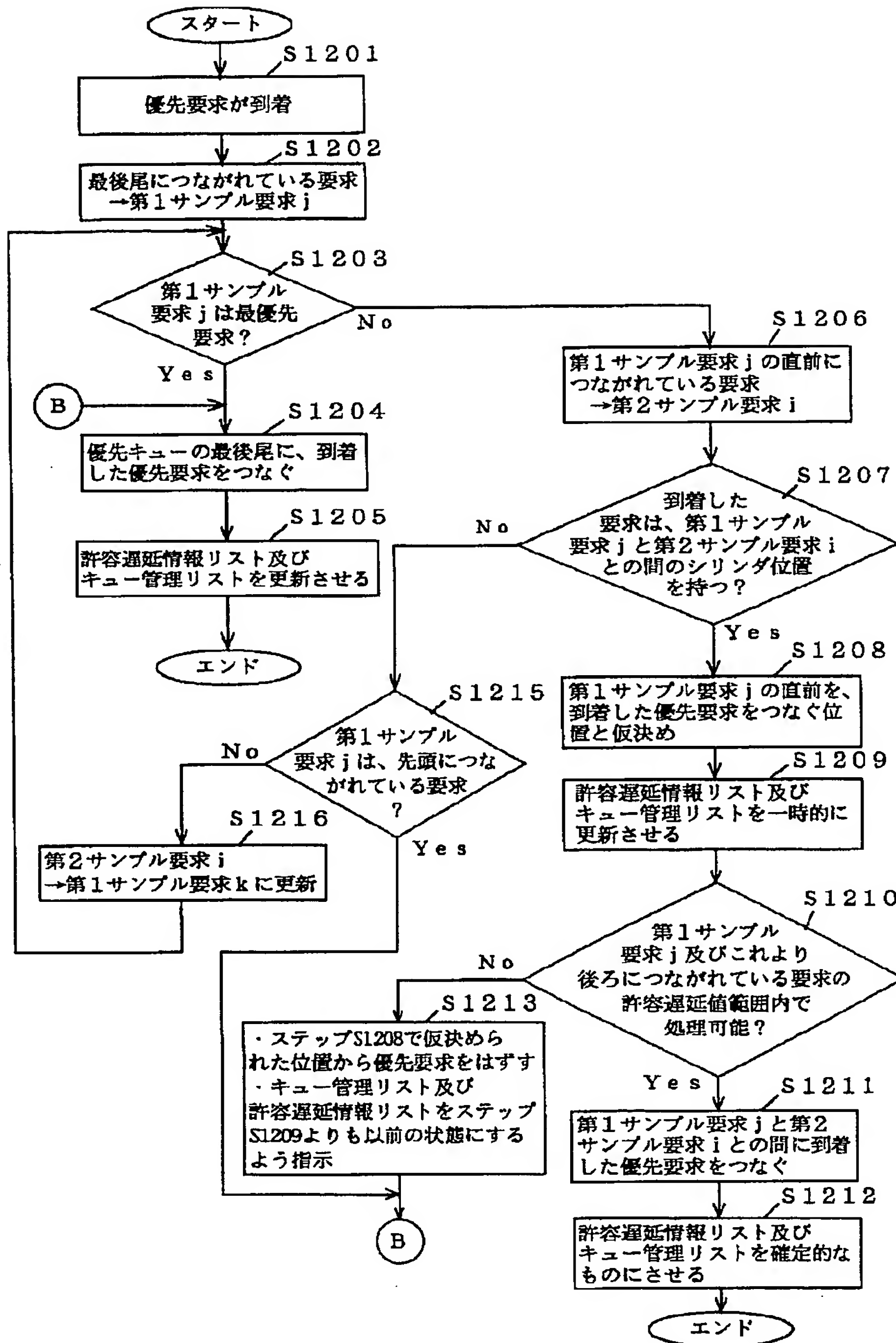
【図35】

3501

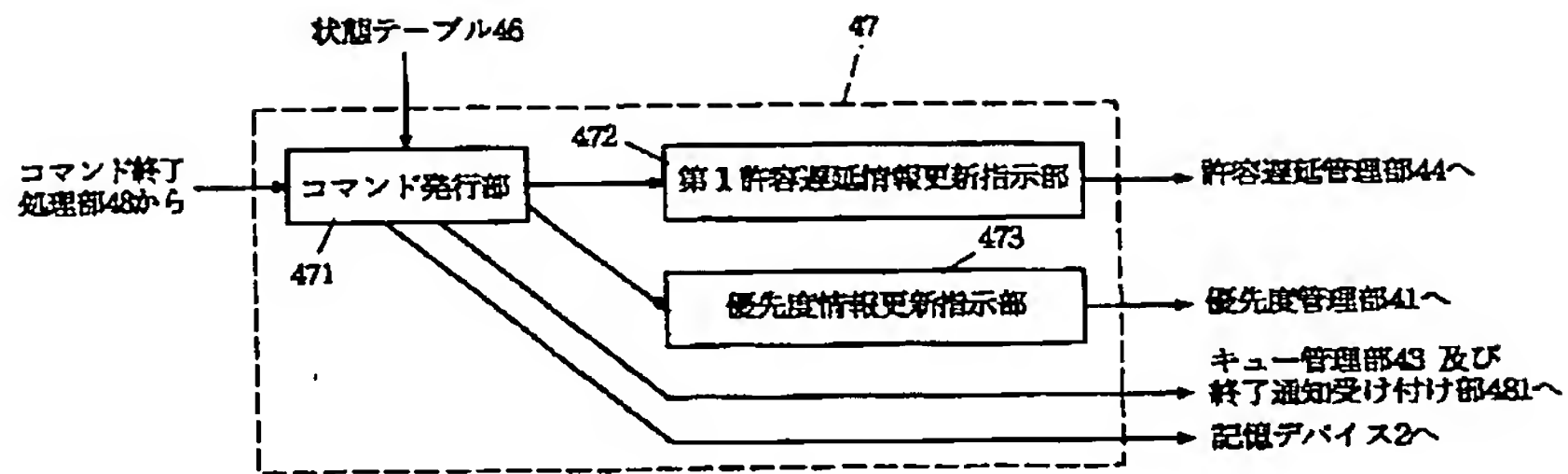
SCSI 7F'bx	7'by9 7F'bx
SCSIb	1
SCSIb	2
SCSIb	3
SCSIb	4
SCSIa	1
SCSIa	2
SCSIa	3
SCSIa	4
SCSic	1
SCSic	2
SCSic	3
SCSic	4
SCSIa	5
SCSIa	6
SCSIa	7
SCSIa	8
...	...

(a)

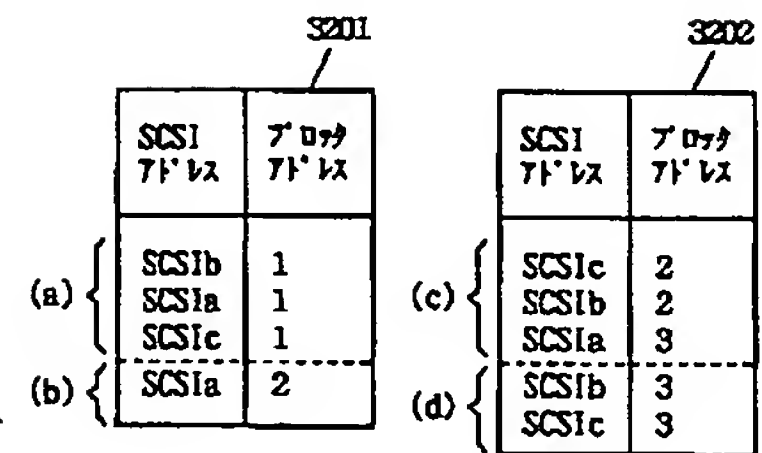
【図12】



【図14】



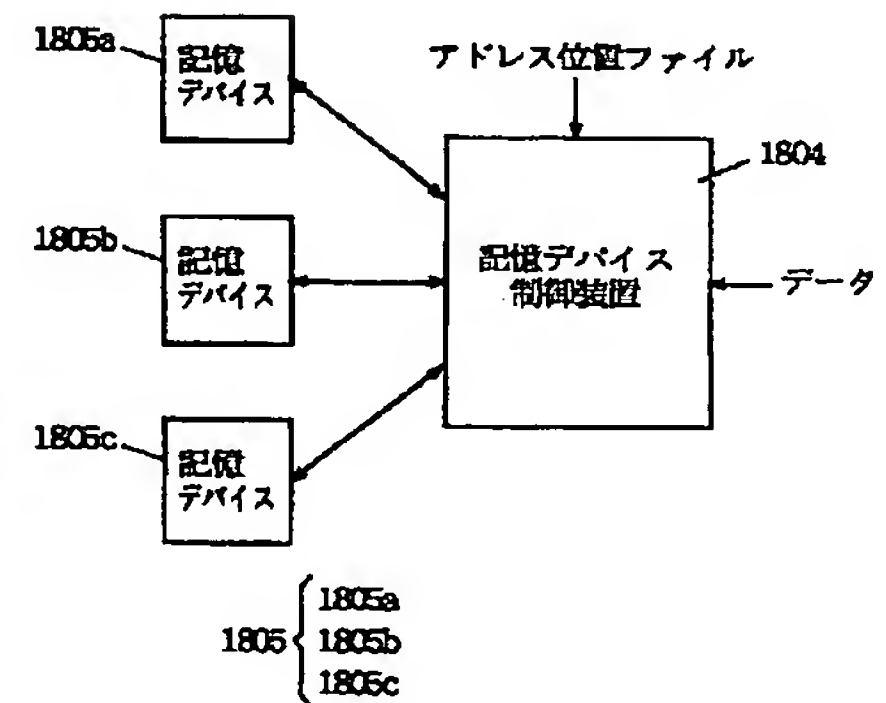
【図32】



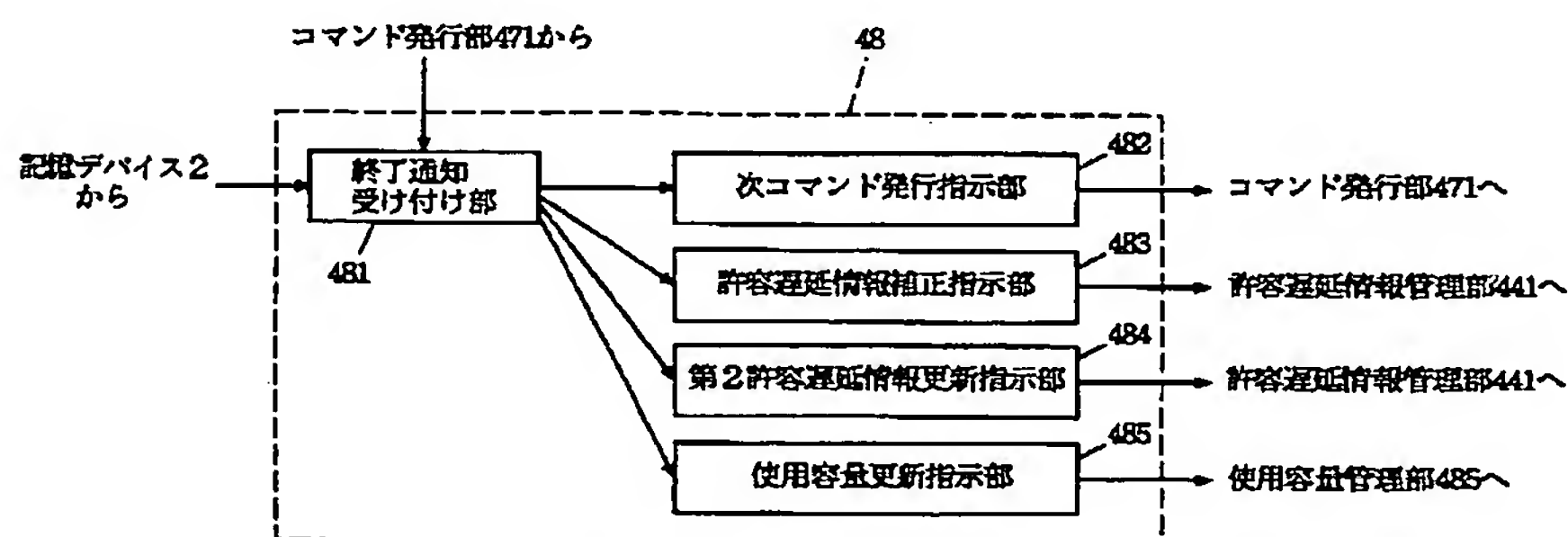
【図15】

状態番号	状態	選択キュー
"1"	使用容量がしきい値以上である	書き込みキュー
"2"	使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」未満である	書き込みキュー
"3"	使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、なおかつ最優先要求がある	優先キュー
"4"	使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕がなく、なおかつ最優先要求がない	優先キュー
"5"	使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕があり、かつ最優先要求がなく、なおかつ書き込み要求がある	書き込みキュー
"6"	使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕があって、かつ最優先要求及び書き込み要求がなく、なおかつ優先要求がある	優先キュー
"7"	使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕があって、かつ最優先要求、書き込み要求及び優先要求がなく、なおかつ非優先要求がある	非優先キュー
"8"	使用容量がしきい値未満であって、かつ書き込み要求の許容遅延値が「予め定められた一定値」以上であって、かつ優先要求の許容遅延値に余裕があって、なおかつ最優先要求、書き込み要求、優先要求及び非優先要求がない	何もしない

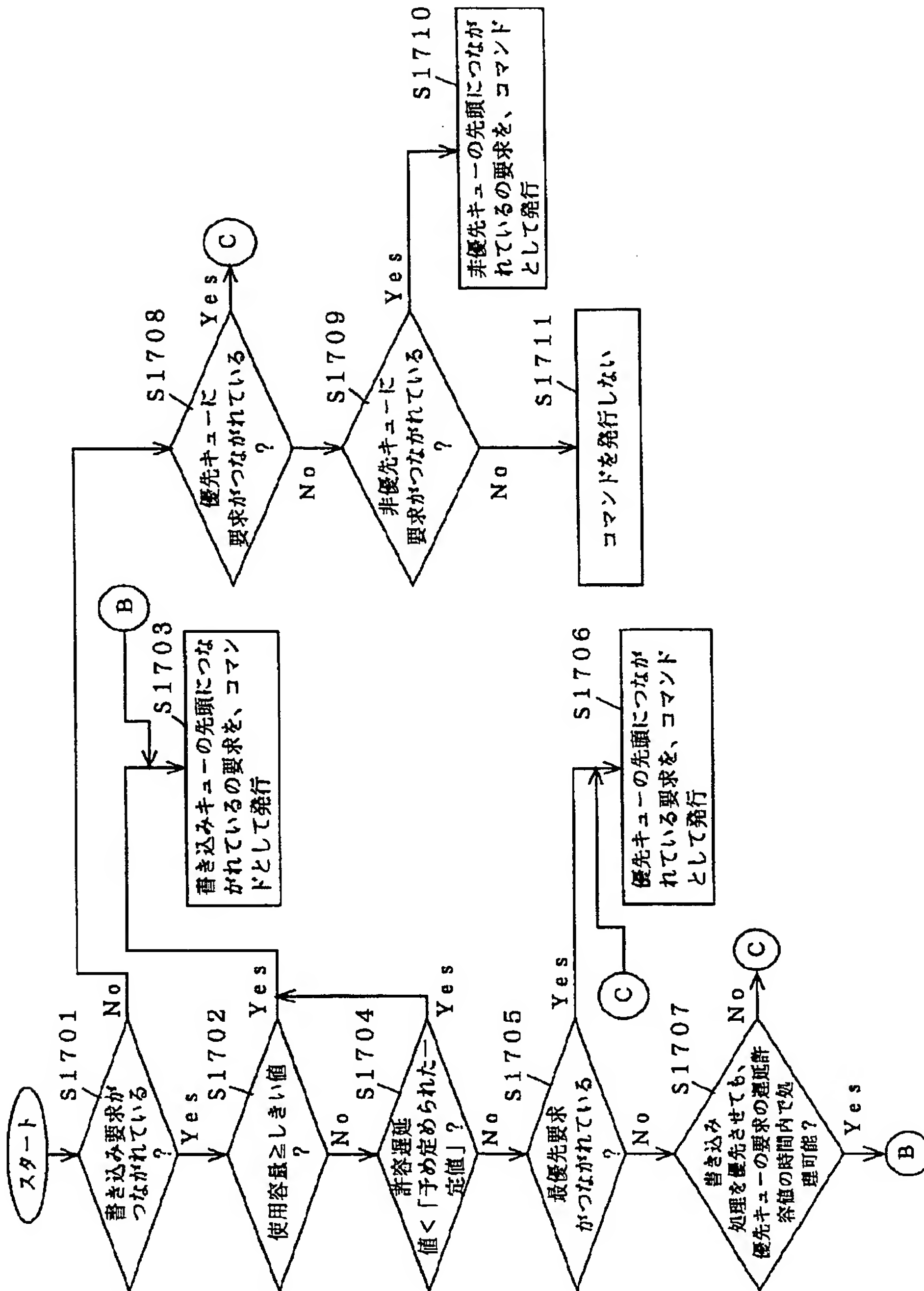
【図19】



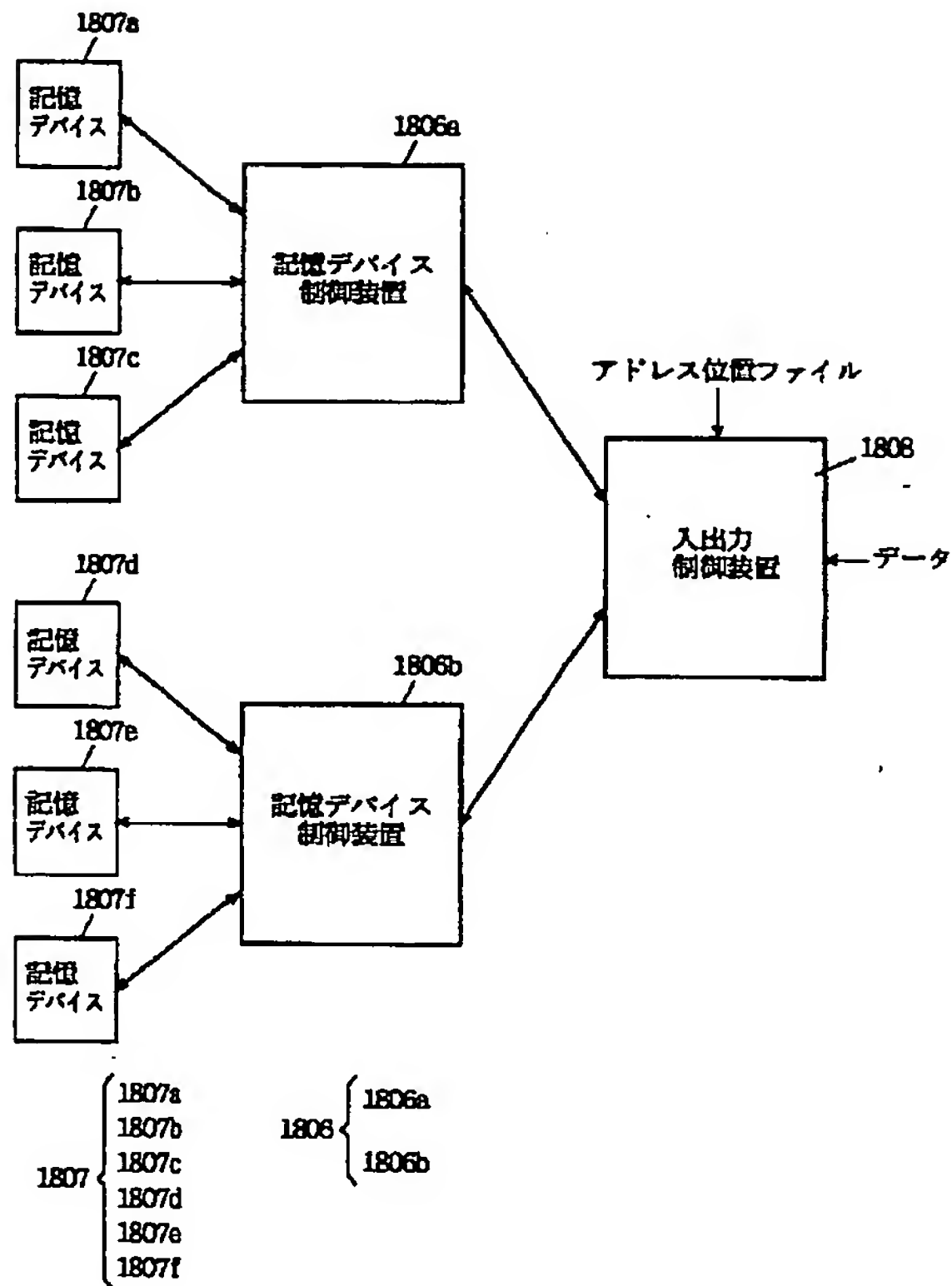
【図16】



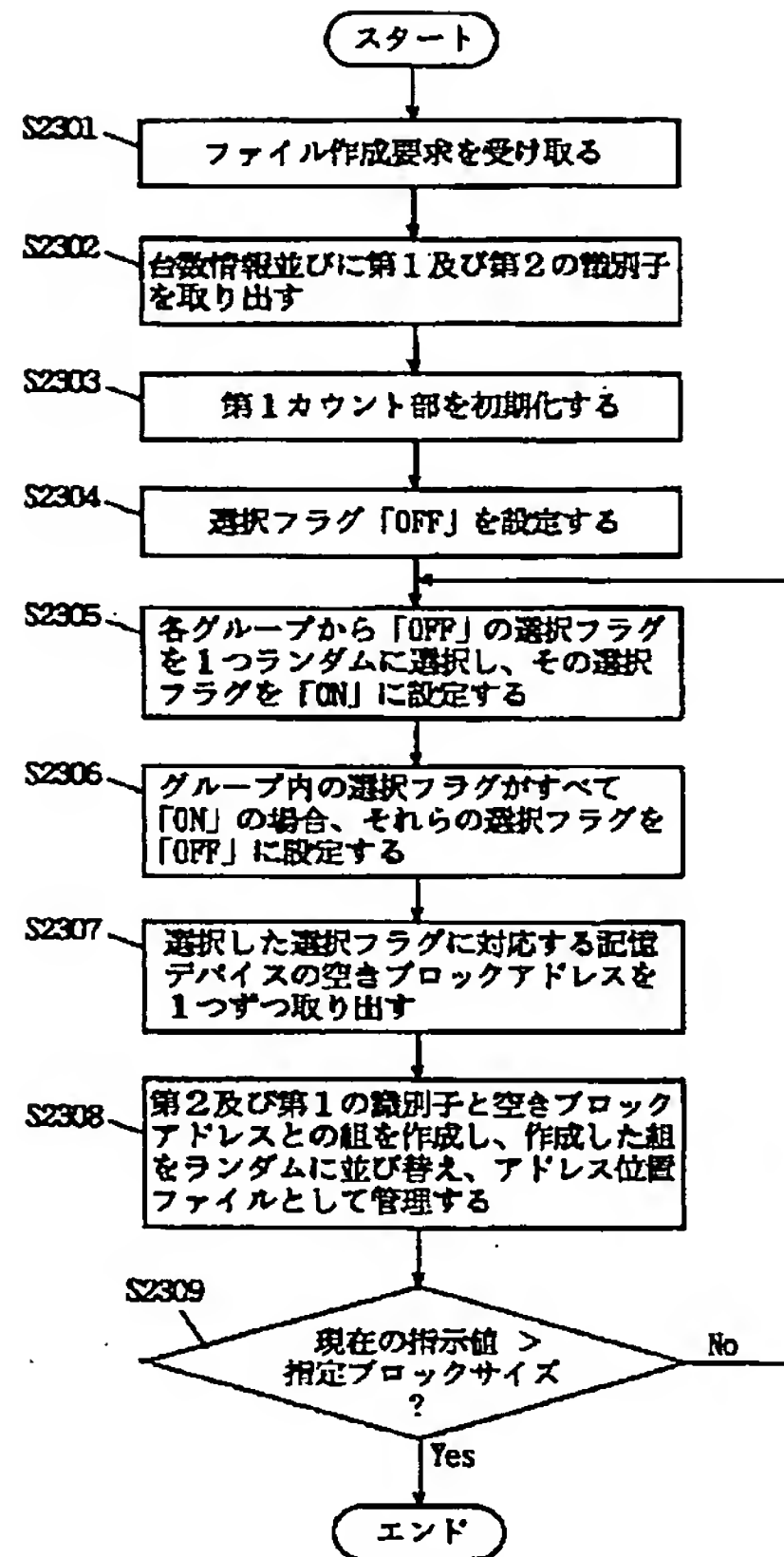
【図17】



【図22】



【図23】



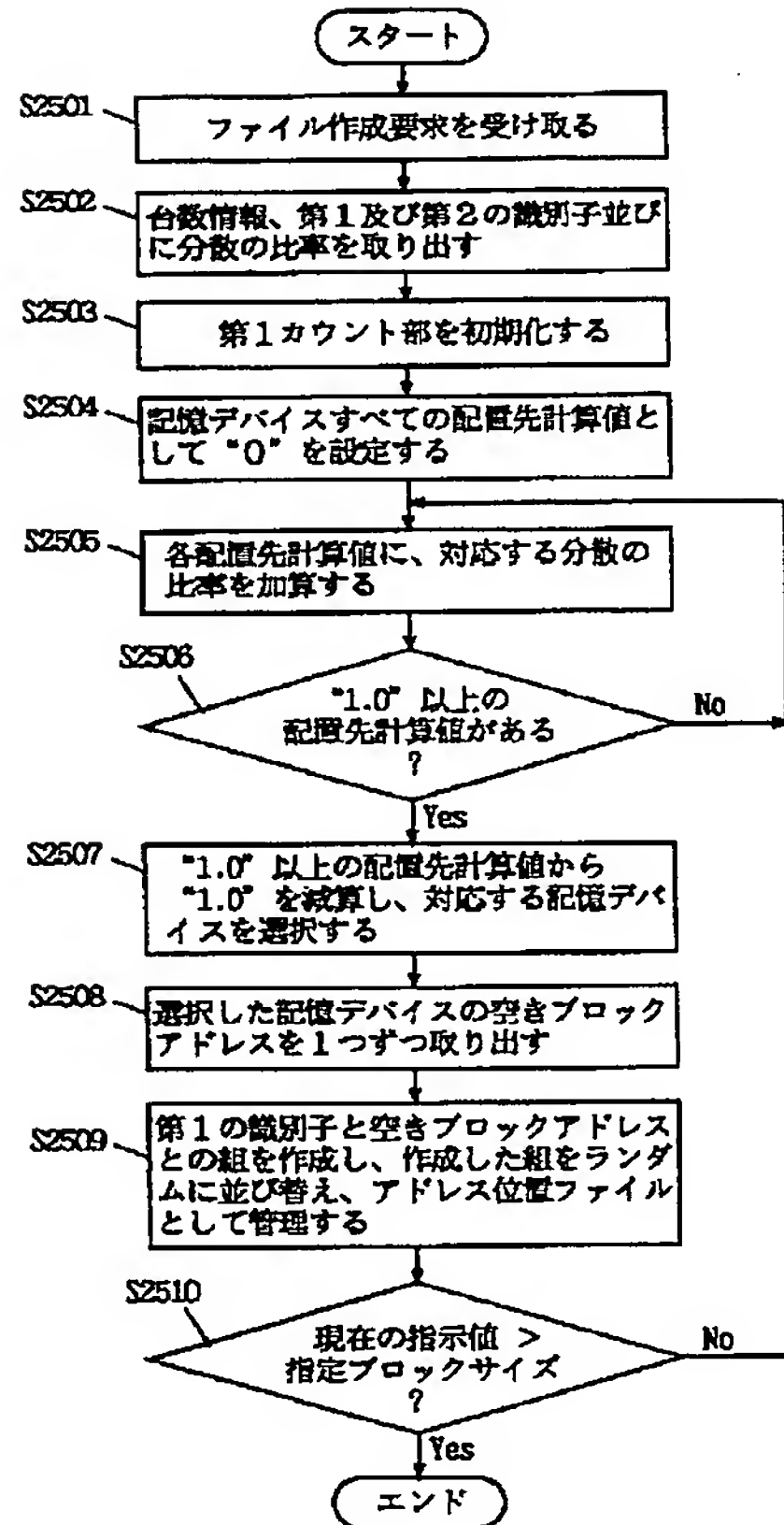
【図24】

	MSFS 71'レ	SCSI 71'レ	ブロック 71'レ		MSFS 71'レ	SCSI 71'レ	ブロック 71'レ
(a)	MSFS1	SCSIb	1		MSFS2	SCSIa	101
	MSFS2	SCSIa	1		MSFS1	SCSIc	101
(b)	MSFS2	SCSIc	1		MSFS2	SCSIb	101
	MSFS1	SCSIa	1		MSFS1	SCSIb	101
	MSFS2	SCSIb	1		MSFS1	SCSIa	101
	MSFS1	SCSIc	1		MSFS2	SCSIb	101
	MSFS1	SCSIa	2		MSFS1	SCSIa	102
	MSFS2	SCSIa	2		MSFS2	SCSIc	102

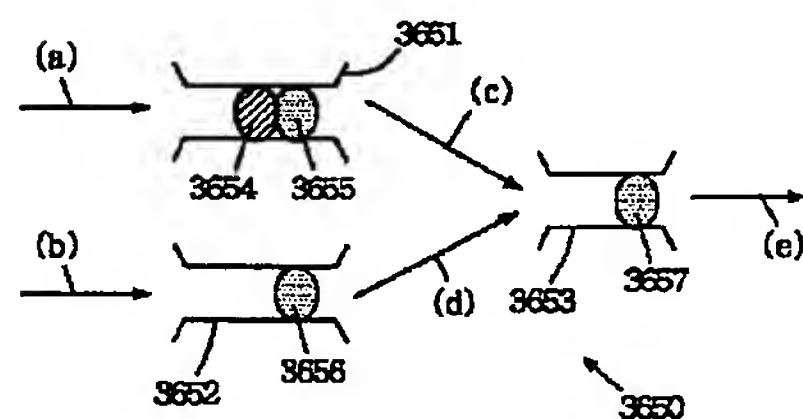
【図26】

記憶デバイス 1805a(SCSIa)の 配属先計算値	記憶デバイス 1805b(SCSIb)の 配属先計算値	記憶デバイス 1805c(SCSIc)の 配属先計算値	ステップS2507において選択される 記憶デバイス
0.0	0.0	0.0	
0.2	0.4	0.4	
0.4	0.8	0.8	
0.6	○ 0.2	○ 0.2	記憶デバイス1805b, 1805c
0.8	0.6	0.6	
● 0.0	● 0.0	● 0.0	記憶デバイス1805a, 1805b, 1805c
0.2	0.4	0.4	
0.4	0.8	0.8	
0.6	0.2	0.2	記憶デバイス1805b, 1805c
0.8	0.6	0.6	
0.0	0.0	0.0	記憶デバイス1805a, 1805b, 1805c
.	.	.	
.	.	.	

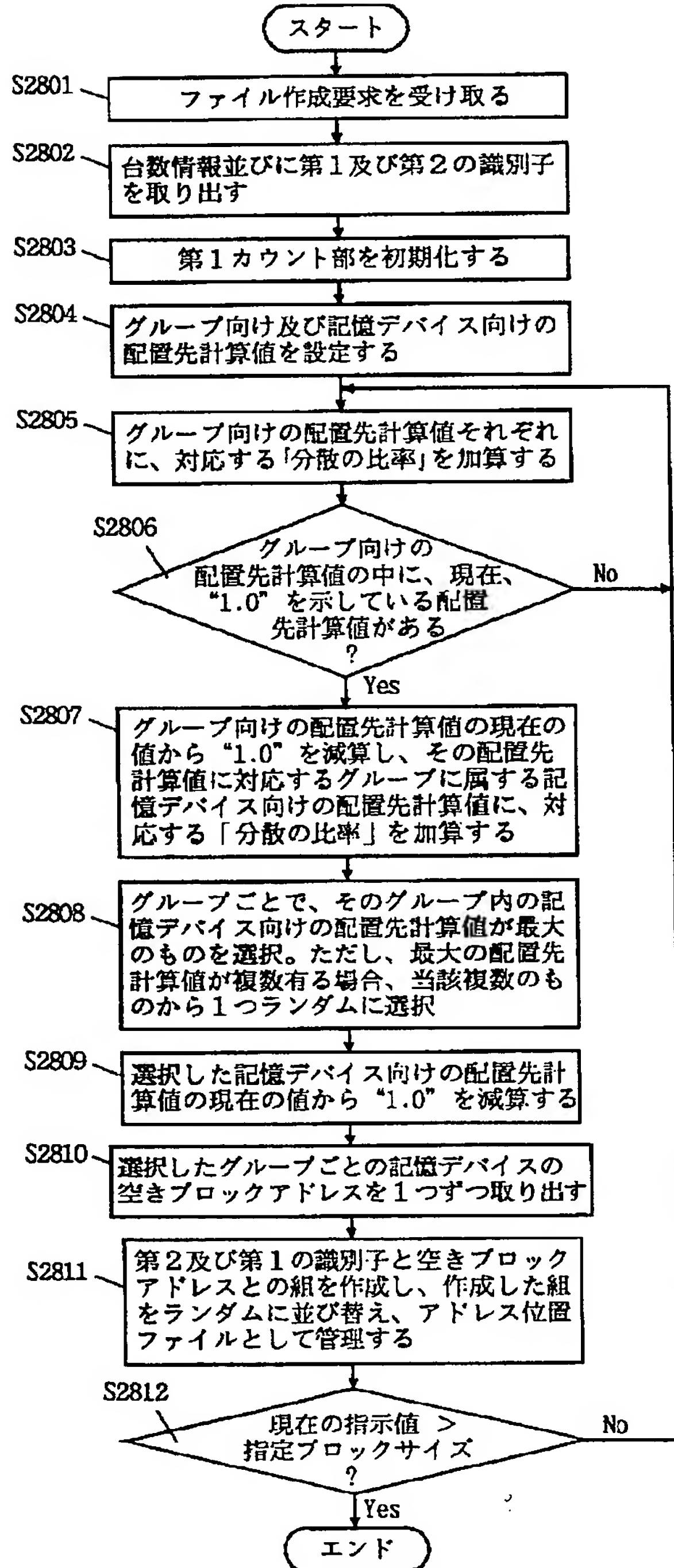
【図25】



【図37】



【図28】



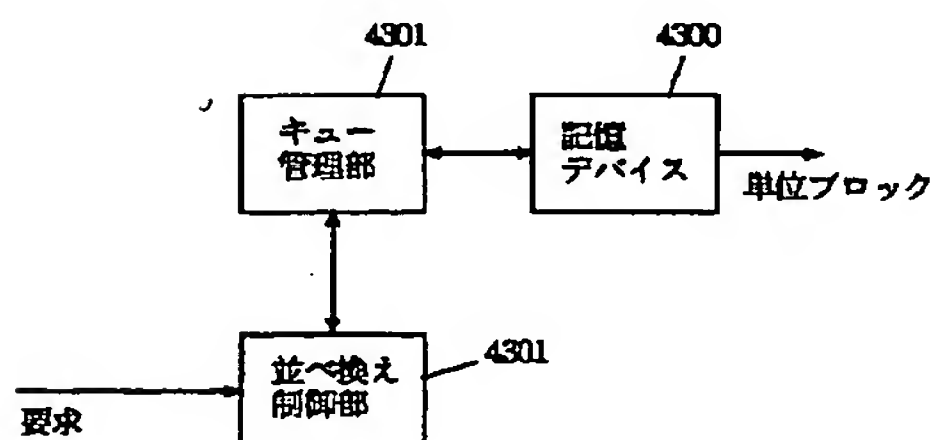
【図29】

グループ (MSFS1)の配 置先計算値	記憶デバイス 1807a(SCS1a)の 配置先計算値	記憶デバイス 1807b(SCS1b)の 配置先計算値	記憶デバイス 1807c(SCS1c)の 配置先計算値	グループ (MSFS2)の配 置先計算値	記憶デバイス 1807d(SCS1a)の 配置先計算値	記憶デバイス 1807e(SCS1b)の 配置先計算値	記憶デバイス 1807f(SCS1c)の 配置先計算値	ステップS2808において 選択される記憶デバイス
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	
○ 0.0	0.2	-0.6	0.4	○ 0.0	0.2	0.4	-0.6	記憶デバイス1807b, 1807fを選択●
0.5	0.2	-0.6	0.4	0.5	0.2	0.4	-0.6	
0.0	0.4	-0.2	-0.2	0.0	0.4	-0.2	-0.2	記憶デバイス1807c, 1807eを選択
0.5	0.4	-0.2	-0.2	0.5	0.4	-0.2	-0.2	
0.0	-0.4	0.2	0.2	0.0	-0.4	0.2	0.2	記憶デバイス1807a, 1807dを選択
0.5	-0.4	0.2	0.2	0.5	-0.4	0.2	0.2	
0.0	-0.2	0.6	-0.4	0.0	-0.2	0.6	-0.4	記憶デバイス1807c, 1807fを選択
0.5	-0.2	0.6	-0.4	0.5	-0.2	0.6	-0.4	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	記憶デバイス1807b, 1807eを選択
.	
.	

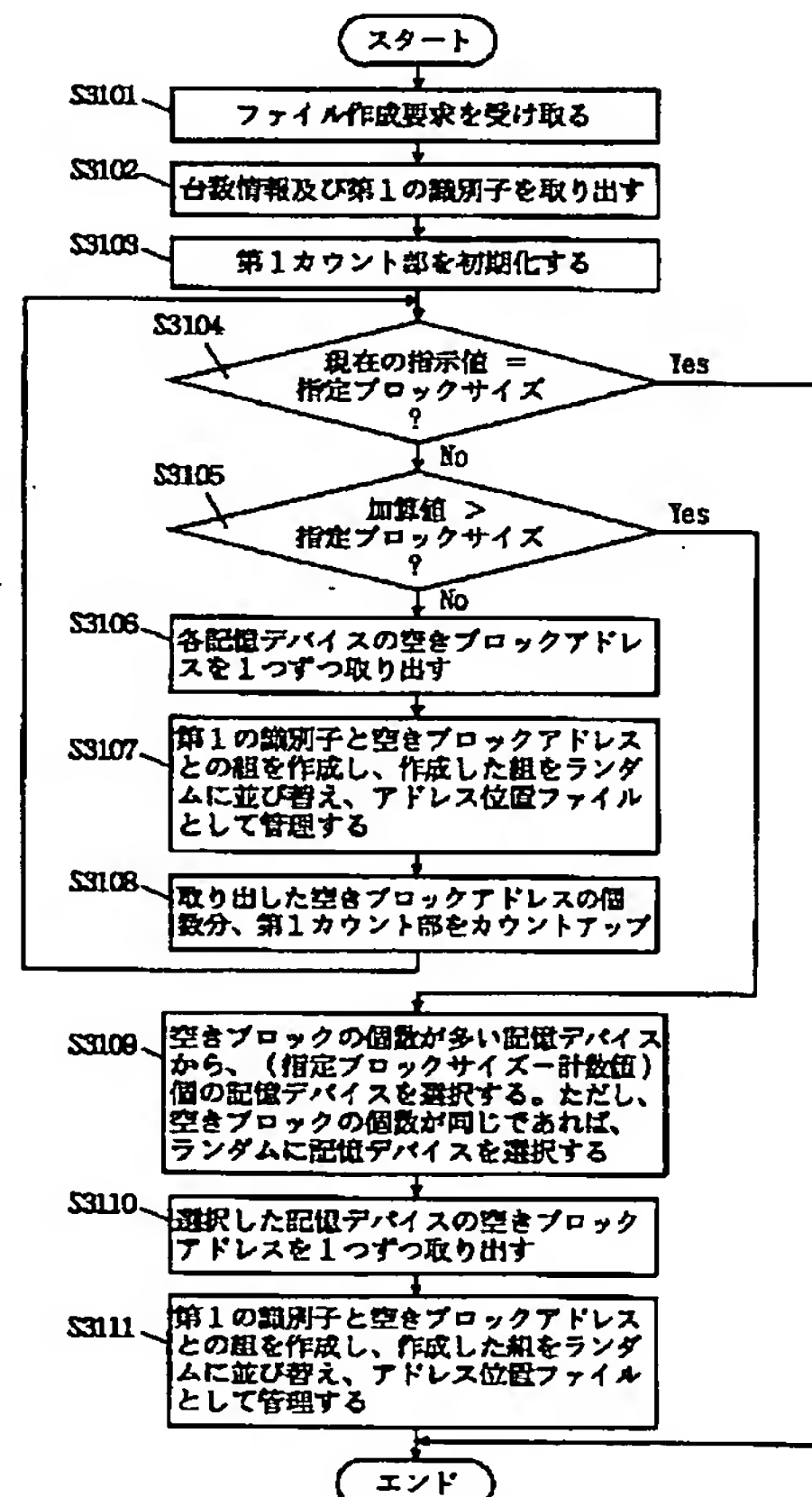
【図30】

3001			3002		
MSFS アドレス	SCSI アドレス	ブロック アドレス	MSFS アドレス	SCSI アドレス	ブロック アドレス
MSFS1	SCS1b	1	MSFS2	SCS1b	101
MSFS2	SCS1c	1	MSFS1	SCS1c	101
MSFS2	SCS1b	1	MSFS2	SCS1c	101
MSFS1	SCS1c	1	MSFS1	SCS1b	101
MSFS2	SCS1a	1	MSFS1	SCS1a	101
MSFS1	SCS1a	1	MSFS2	SCS1a	101
MSFS2	SCS1c	2	MSFS1	SCS1b	102
MSFS1	SCS1c	2	MSFS2	SCS1c	102
MSFS2	SCS1b	2	MSFS1	SCS1c	102
MSFS1	SCS1b	2	MSFS2	SCS1b	102
MSFS1	SCS1c	3	MSFS2	SCS1c	103
MSFS2	SCS1b	3	MSFS1	SCS1b	103
MSFS2	SCS1c	3	MSFS1	SCS1c	103
MSFS1	SCS1b	3	MSFS2	SCS1b	103
MSFS1	SCS1a	2	MSFS2	SCS1a	102
MSFS2	SCS1a	2	MSFS1	SCS1a	102
.
.

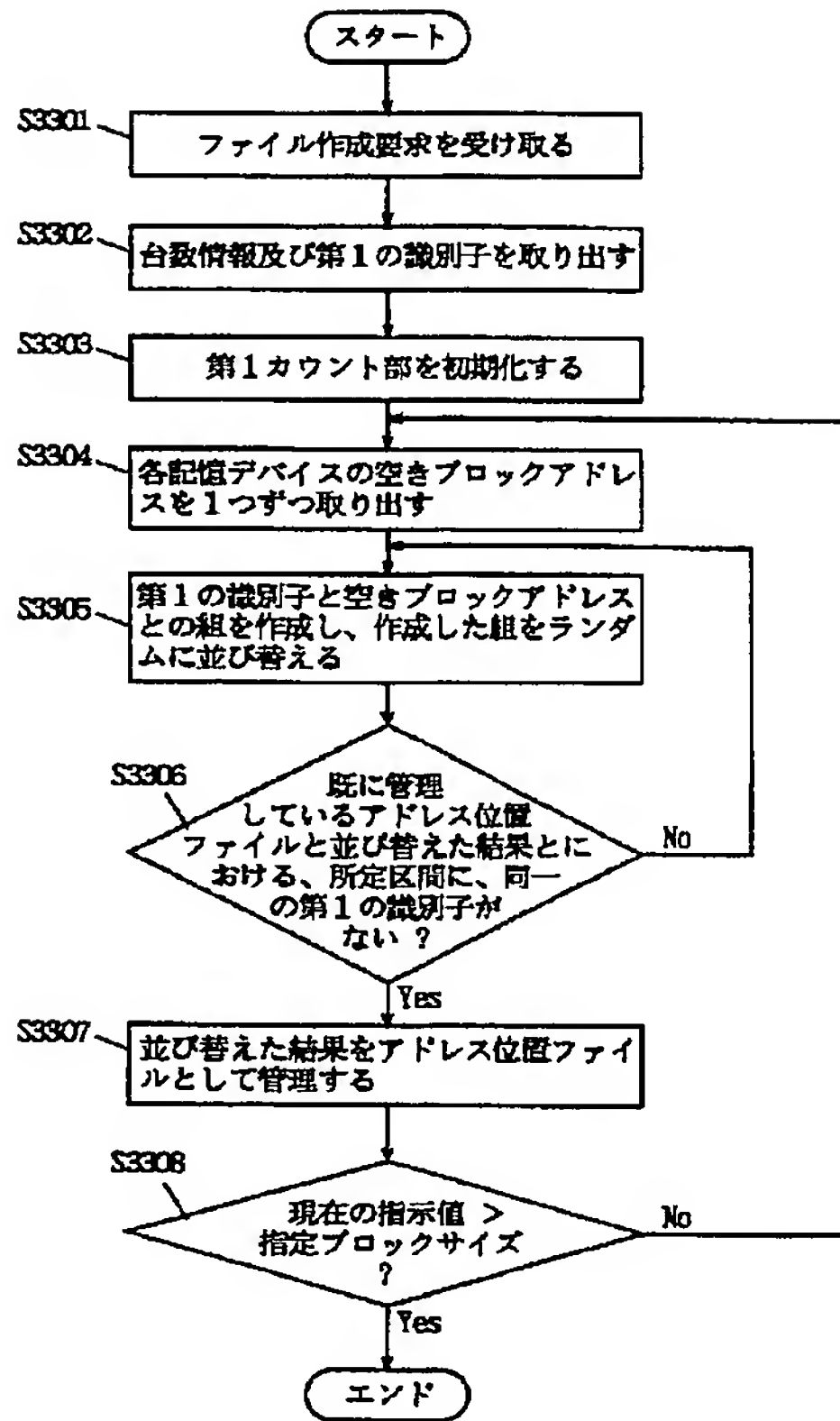
【図43】



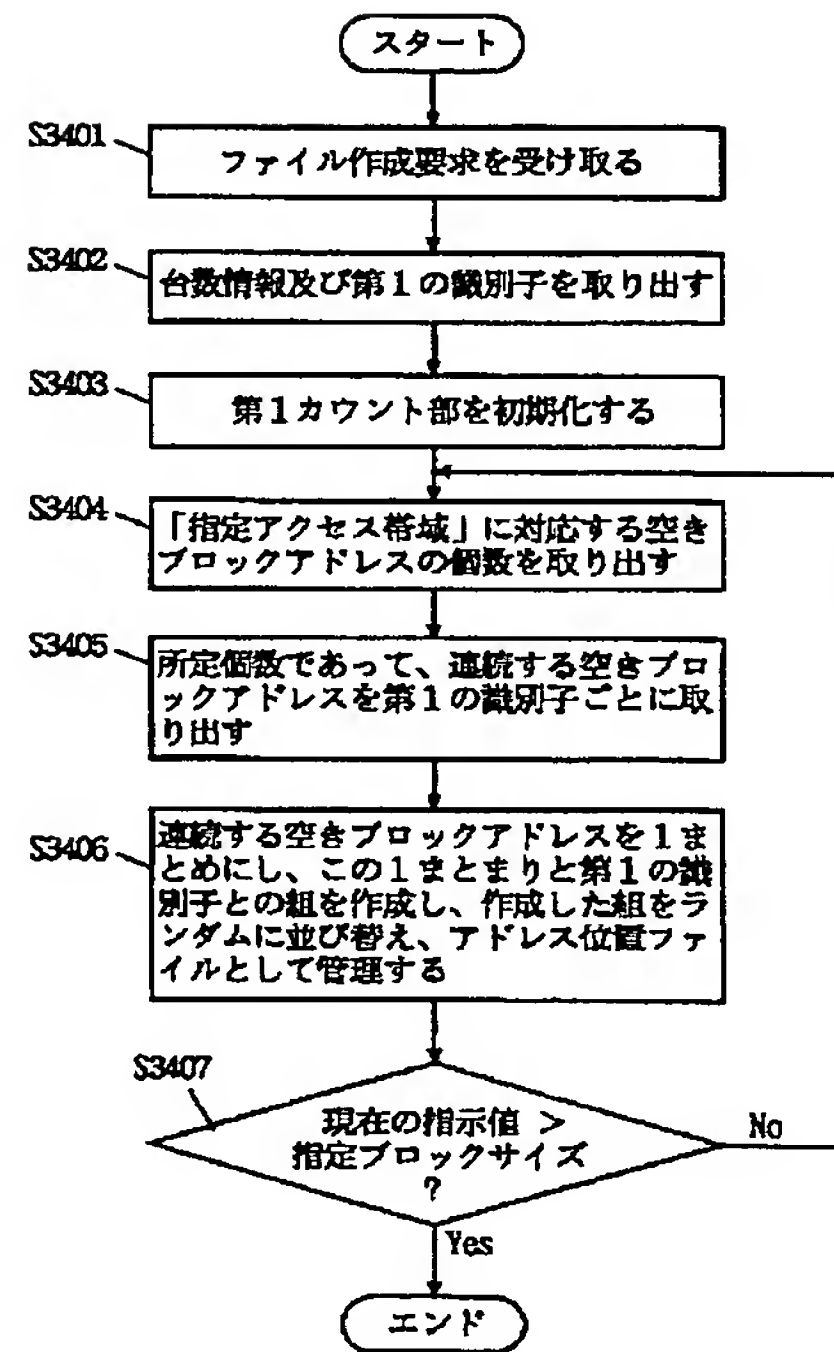
【図31】



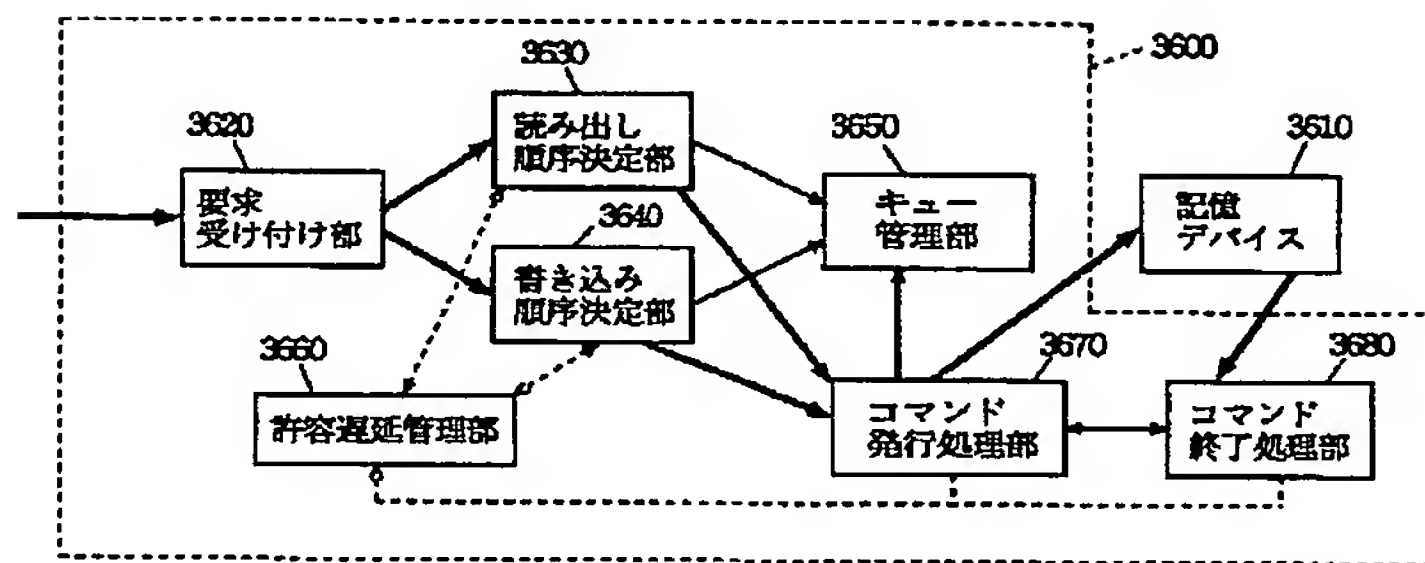
【図33】



【図34】



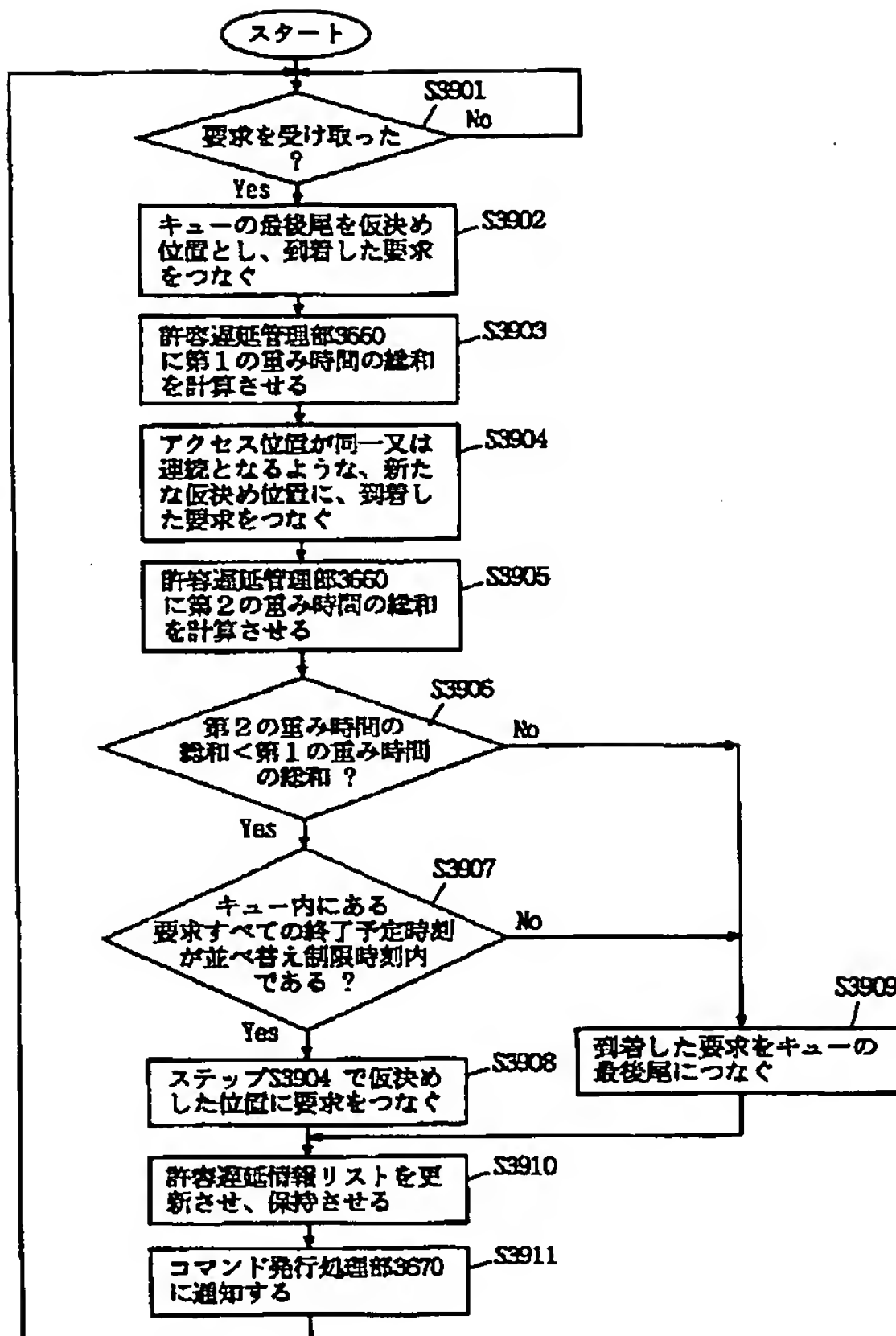
【図36】



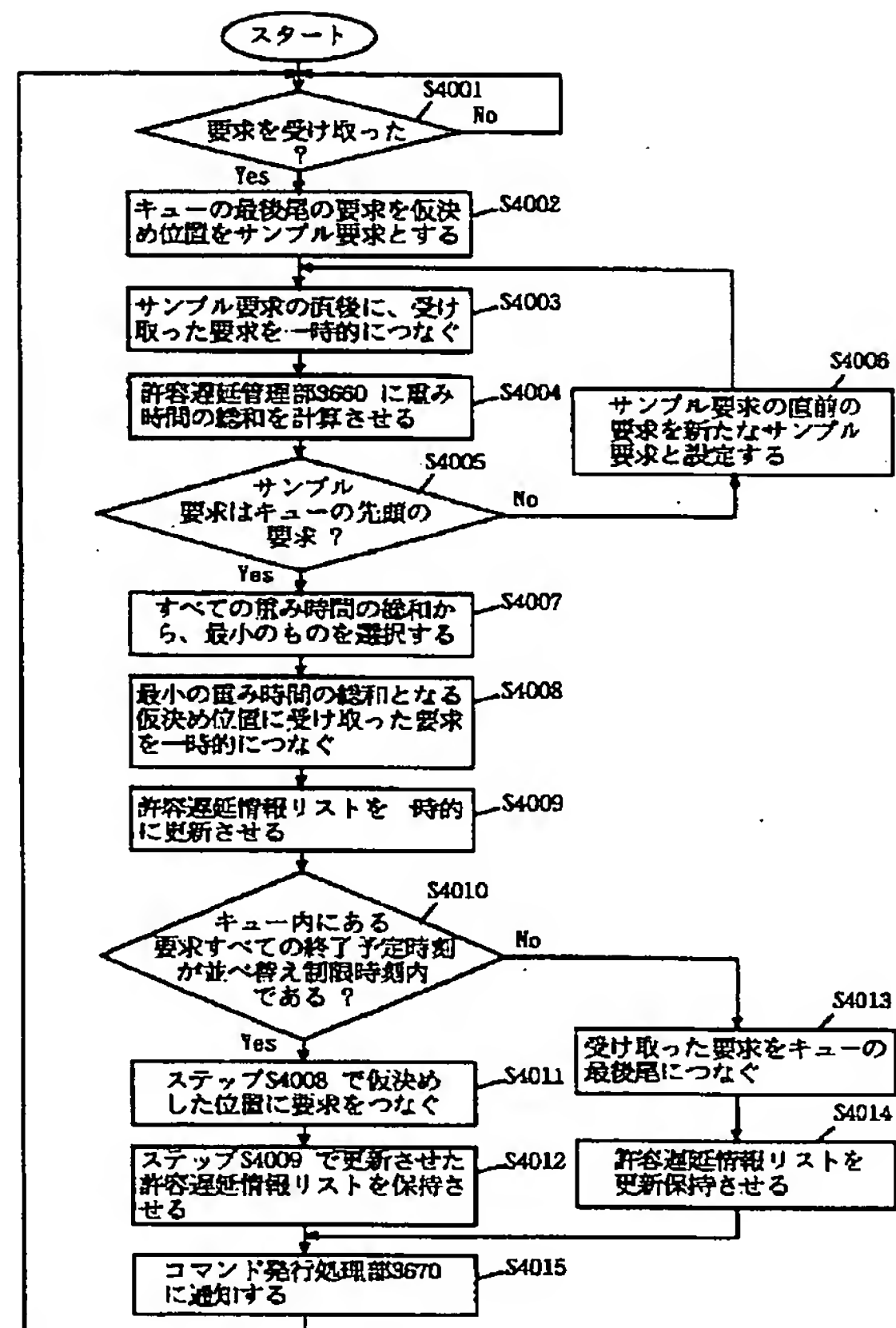
【図38】

要求番号	アクセス位置	重み時間	終了予定時刻	並び替え制限時刻	書き込み要求優先時刻	制限時刻

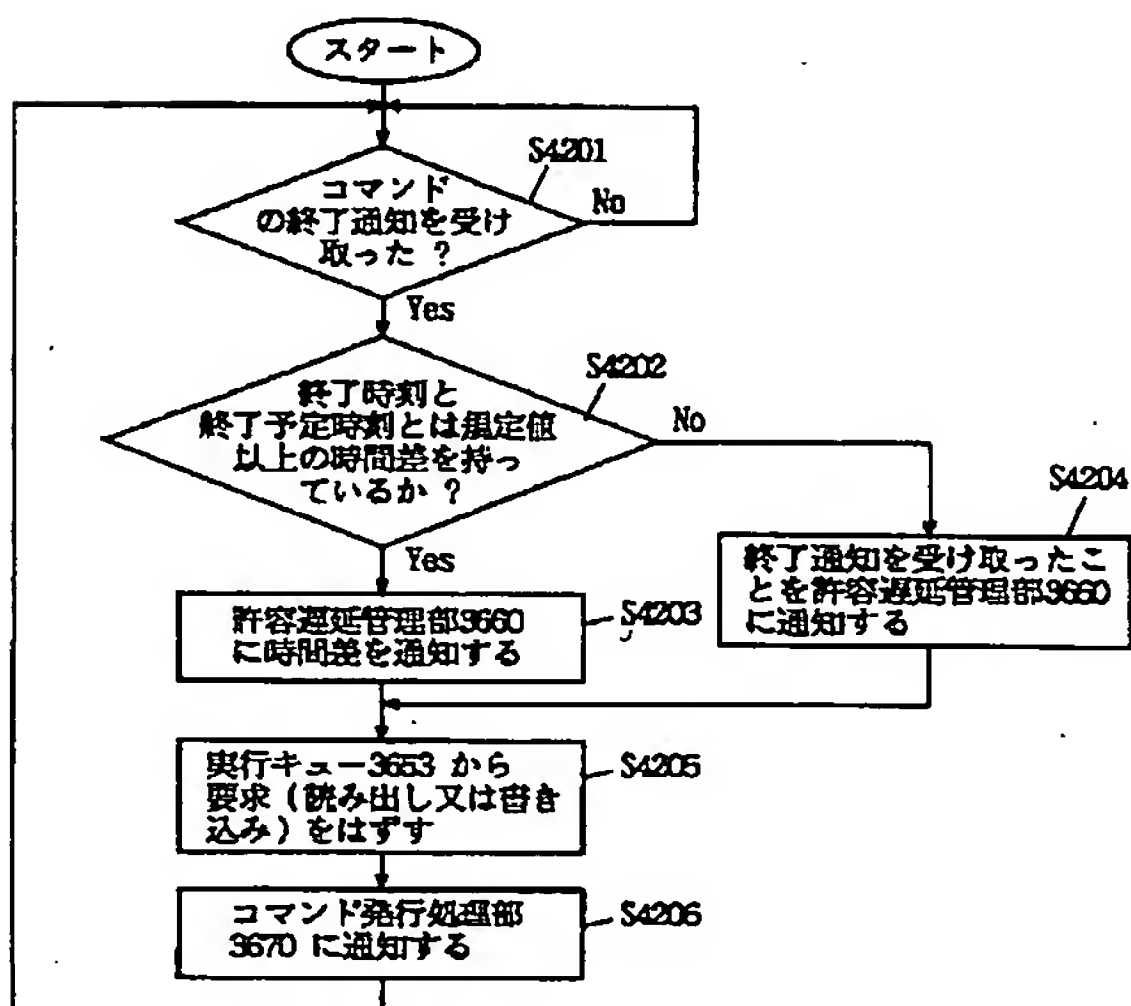
【図39】



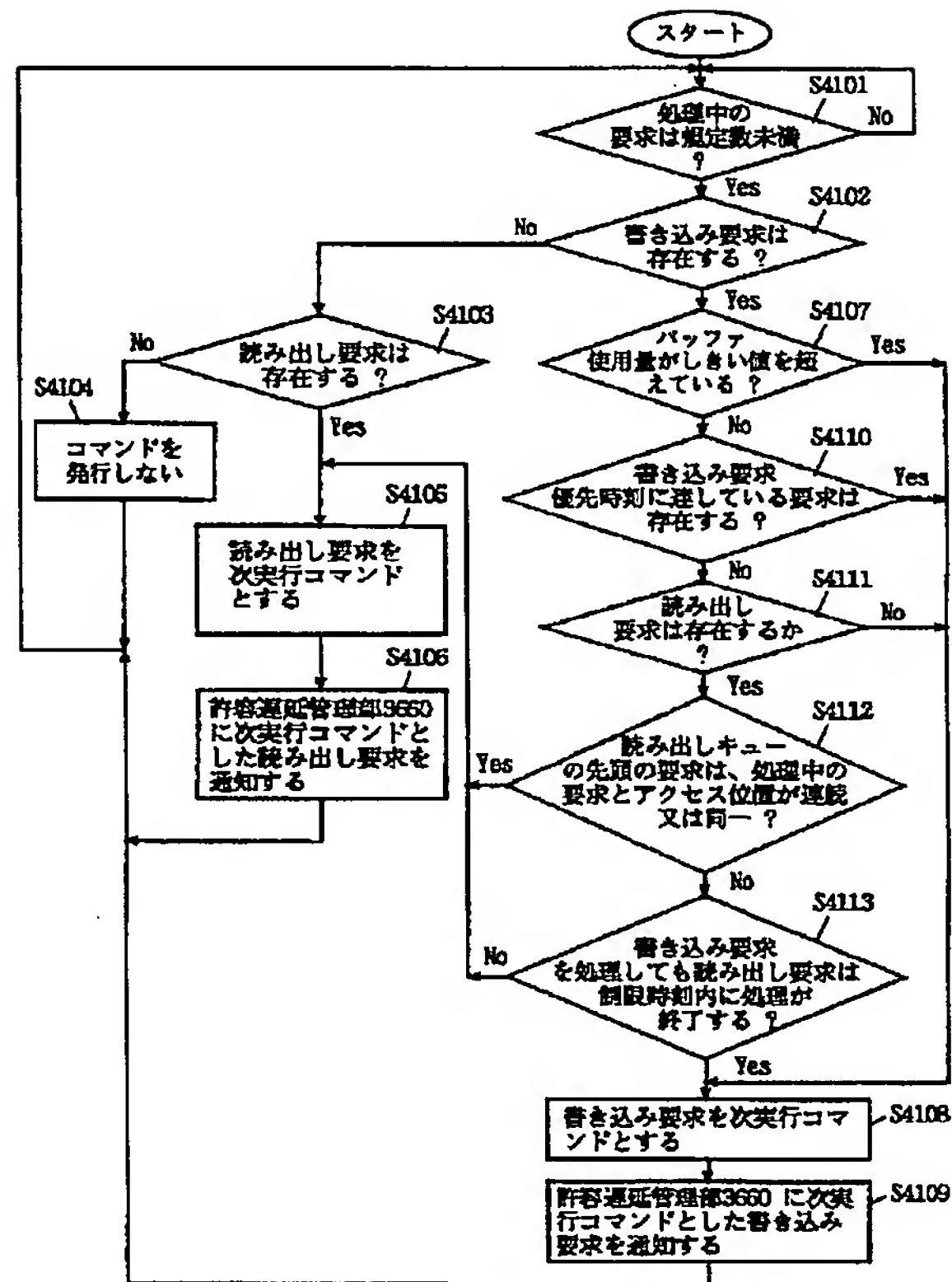
【図40】



【図42】



【図 4 1】



フロントページの続き

(72)発明者 土居 晋三
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第3区分
 【発行日】平成15年6月13日(2003.6.13)

【公開番号】特開平10-275059
 【公開日】平成10年10月13日(1998.10.13)
 【年通号数】公開特許公報10-2751
 【出願番号】特願平9-81647
 【国際特許分類第7版】

G06F 3/06 302

301

13/10 340

G11B 20/10

【FI】

G06F 3/06 302 E

302 D

301 J

13/10 340 A

G11B 20/10 Z

【手続補正書】

【提出日】平成15年2月20日(2003.2.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項37

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項37】 外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、
 前記読み出し及び書き込み要求は、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、
 前記読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する読み出しキューと、
 前記書き込み要求を待ち行列の状態で一時的に保持する書き込みキューと、
 読み出し又は書き込みキューを選択し、読み出しキュー又は書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の読み出し要求又は書き込み要求を読み出しコマンド又は書き込みコマンドとして、前記記憶デバイスに出力するコマンド出力手段と、
 到着した読み出し又は書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値それぞれを参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終

了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、

前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、

前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、

前記読み出しキュー又は前記書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、

前記コマンド出力手段は、

前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合と、

現在時刻が、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っている場合と、

前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が書き込みキュー及び読み出しキューに保持されていると判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合と、

前記判断手段によって書き込み要求のみが書き込みキューに保持されていると判断された場合とには、書き込みキューを選択し、

前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつ前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断された場合と、
前記判断手段によって読み出し要求のみが読み出しキューに保持されていると判断された場合とには、読み出しキューを選択する、記憶デバイス制御装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項38

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項38】 外部から連続的に到着する書き込み又は読み出し要求に従って、記憶デバイスへのデータの書き込み又は記憶デバイスからのデータの読み出しを制御する記憶デバイス制御装置であって、
前記読み出し要求は、第1～第3のいずれかの優先度情報を含み、
少なくとも、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求と、前記書き込み要求とは、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、
前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する第1の読み出しキューと、
前記第3の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列の状態で一時的に保持する第2の読み出しキューと、
前記書き込み要求を待ち行列の状態で一時的に保持する書き込みキューと、
外部から入力した第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューにおいて、所定の位置に付加することを決定する位置決定手段と、
第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューの中から1つのキューを選択し、選択したキューに保持されている待ち行列の先頭から、読み出し要求を読み出しコマンドとして又は書き込み要求を書き込みコマンドとして、前記記憶デバイスに出力するコマンド出力手段と、
到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出/管理手段と、
前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理/判断手段と、
前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込

み要求の処理見積り時間と、前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、
前記第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否か、さらに当該第1の読み出しキューには第1の優先度情報を含む読み出し要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、
前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、当該第1の読み出しキューに付加し、
前記コマンド出力手段は、
前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合と、
前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、さらに前記許容遅延情報算出/管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っている場合と、
前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出/管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っておらず、さらに前記判断手段によって最優先情報を含む読み出し要求が格納されていないと判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合とには、書き込みキューを選択し、
前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出/管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っておらず、さらに前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されていると判断された場合と、
前記バッファメモリ管理/判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出/管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っておらず、前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されておらず、さらに前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも大きいと判断された場合と、
前記判断手段によって書き込み要求が格納されていないと判断された場合とには、前記第1の読み出しキューを選択し、
前記判断手段によって、前記第2の読み出しキューにの

み読み出し要求が格納されていると判断された場合には、当該第2の読み出しキューを選択する、記憶デバイス制御装置。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項40

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項40】 前記読み出し及び書き込み要求は、到着してから処理が終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、

前記複数のキューとして、前記読み出し要求を待ち行列として一時的に保持する読み出しキュー、及び、前記書き込み要求を待ち行列として一時的に保持する書き込みキューとがあり、

到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値それぞれを参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、

前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、

前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、

前記読み出しキュー及び前記書き込みキューに読み出し要求及び書き込み要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、

前記状態番号保持手段は、前記状態番号として、

前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断された場合を示す第1の状態番号と、

前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っている場合を示す第2の状態番号と、

前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断された場合を示す第3の状態番号と、

前記判断手段によって書き込み要求のみが格納されていると判断される場合を示す第4の状態番号と、

前記判断手段によって書き込み要求及び読み出し要求が格納されていると判断され、かつ前記バッファメモリ管

理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断される場合を示す第5の状態番号と、

前記判断手段によって読み出し要求のみが格納されていると判断される場合を示す第6の状態番号とを保持しており、

前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、読み出しキューに付加し、

前記コマンド出力手段は、

前記状態番号保持手段が前記第1～第4のいずれかの状態番号を保持しているとき、前記書き込みキューを選択し、

前記状態番号保持手段が前記第5又は第6の状態番号を保持しているとき、前記読み出しキューを選択する、請求項39に記載の記憶デバイス制御装置。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項41

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項41】 前記読み出し要求は、第1～第3のいずれかの優先度情報を含み、

少なくとも、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求、又は、前記書き込み要求は、到着してから読み出し又は書き込みが終了するまでの時間の最大値を示す遅延限界値を含み、

前記複数のキューとして、前記第1及び第2の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列として一時的に保持する第1の読み出しキュー、前記第3の優先度情報を含む読み出し要求を待ち行列として一時的に保持する第2の読み出しキュー、及び、前記書き込み要求を待ち行列として保持する書き込みキューとがあり、

到着した読み出し要求及び書き込み要求に従って実行される処理に要する時間の見積り値である処理見積り時間と、当該処理が終了すると予想される時刻である終了予定時刻と、前記遅延限界値を参照して求められる時刻であって、当該処理が終了していなければならない終了時刻から当該終了予定時刻を減算した値である許容遅延値とを算出し管理する許容遅延情報算出／管理手段と、

前記記憶デバイスに書き込まれるデータを一時的に格納するバッファメモリの使用容量を管理し、当該使用容量が所定のしきい値以上か否かを判断するバッファメモリ管理／判断手段と、

前記書き込みキューが保持する待ち行列の先頭の書き込み要求の処理見積り時間と、前記第1の読み出しキューが保持する待ち行列を構成する読み出し要求の許容遅延値の最小値との大小関係を比較する比較手段と、

前記第1の読み出しキュー、第2の読み出しキュー又は書き込みキューに読み出し要求又は書き込み要求が保持されているか否か、さらに当該第1の読み出しキューには第1の優先度情報を含む読み出し要求が保持されているか否かを判断する判断手段とを備え、
 前記位置決定手段は、第1の優先度情報を含む読み出し要求を、前記第1の読み出しキューに既に格納されている第2の優先度情報を含む読み出し要求の許容遅延値を越えない範囲で、当該第2の優先度情報を含む読み出し要求よりも優先的に読み出しコマンドとして出力されるように、当該第1の読み出しキューに付加し、
 前記状態番号管理手段が管理する状態番号として、
 前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値以上と判断される場合を示す第1の状態番号と、
 前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、さらに前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っている場合を示す第2の状態番号と、
 前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っておらず、さらに前記判断手段によって最優先情報を含む読み出し要求が格納されていないと判断され、かつ前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも小さいと判断される場合を示す第3の状態番号と、
 前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っておらず、さらに前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されていると判断される場合を示す第4の状態番号と、
 前記バッファメモリ管理／判断手段によって、前記使用容量が所定のしきい値未満と判断され、前記許容遅延情報算出／管理手段が管理する書き込み要求の許容遅延値が、予め定められた一定値に至っておらず、前記判断手段によって、前記第1の読み出しキューに第1の優先度情報を含む読み出し要求が格納されておらず、さらに前記比較手段によって書き込み要求の処理見積り時間の方が許容遅延値の最小値よりも大きいと判断される場合を示す第5の状態番号と、
 前記判断手段によって書き込み要求が格納されていないと判断される場合を示す第6の状態番号と、
 前記判断手段によって、前記第2の読み出しキューにのみ読み出し要求が格納されていると判断される場合を示す第7の状態番号とが設定されており、

前記コマンド出力手段は、
 前記状態番号管理手段が、前記第1～第3のいずれかの状態番号を保持しているとき、前記書き込みキューを選択し、
 前記状態番号管理手段が、前記第4～第6の状態番号を保持しているとき、前記第1の読み出しキューを選択し、
 前記状態番号管理手段が、前記第7の状態番号を保持しているとき、前記第2の読み出しキューを選択する、請求項39に記載の記憶デバイス制御装置。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0315

【補正方法】変更

【補正内容】

【0315】コマンド発行処理部3670は、後述するように、読み出しキュー3651又は書き込みキュー3652を選択し、選択されたキューの先頭につながれている要求をコマンドとして記憶デバイス3610に発行する。キュー管理部3650は、これにตอบสนองして、コマンドとして発行される要求を該当するキューからはずし、実行キュー3653につなぐ。この様子を示しているのが矢印(c)又は(d)である。実行キュー3653は、ある時点で、記憶デバイス3610にコマンドとして発行されており、しかも、当該コマンドについての処理(読み出し又は書き込み)がまだ終了していない要求を格納するキューである。図示した例では、実行キュー3653は、要求3657を格納している。また、あるコマンドについての処理が記憶デバイス3610上で終了すると、当該コマンドに対応する要求は実行キュー3653からはずされる。この様子を示しているのが矢印(e)である。上述したようにして、キュー管理部3650は、到着する要求の処理順序を管理する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0320

【補正方法】変更

【補正内容】

【0320】書き込み優先時刻は、読み出し要求よりも書き込み要求を優先させるかどうかを判断するための時刻であり、本実施形態においては、書き込み要求が本記憶デバイス制御装置に到着した時刻に、予め定められた第2の所定時間を加算することによって得られる。この第2の所定時間は、書き込みキューに処理待ち要求が過剰にたまらないようにするための時間である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0325

【補正方法】変更

【補正内容】

【0325】ここで、図39は、読み出し順序決定部3630又は書き込み順序決定部3640において、到着した読み出し要求又は書き込み要求の処理順序を決定するアルゴリズムを示すフローチャート図である。以下には、読み出し要求の処理順序を決定する際の読み出し順序決定部3630の動作を、図39を参照して説明する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0326

【補正方法】変更

【補正内容】

【0326】読み出し順序決定部3630は、読み出し要求を要求受け付け部3620から受け取ると（ステップS3901）、読み出しキュー3651の最後尾を仮決め位置とし、当該最後尾に到着した読み出し要求をつなぐ（ステップS3902）。読み出し順序決定部3630は、ステップS3902が終了すると、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、第1の重み時間の総和を計算させる（ステップS3903）。許容遅延管理部3660は、この通知に回答して、内部に保持する許容遅延情報リスト（図38参照）を一時的に更新する。このとき、許容遅延管理部3660は、まず、到着した読み出し要求についての重み時間を、上式（5）に基づいて算出し、当該要求の到着時刻に加算して終了予定時刻を算出し、さらに、当該重み時間及び終了予定時刻を許容遅延情報リストに記入する。そして、許容遅延管理部3660は、読み出しキュー3651につながる読み出し要求すべての重み時間を加算し、重み時間の総和（第1の重み時間の総和）を保持する。許容遅延管理部3660は、第1の重み時間の総和を求めると、その旨を読み出し順序決定部3630に通知する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0327

【補正方法】変更

【補正内容】

【0327】次に、読み出し順序決定部3630は、この通知を受け取ると、読み出し要求を読み出しキュー3651の末尾からはずし、許容遅延情報リストを参照して、新たな仮決め位置を探す。より具体的には、読み出し順序決定部3630は、到着した読み出し要求を、現時点で読み出しキュー3651につながれており、かつ処理順序が連続する読み出し要求の間に割り込ませた場合に、3つのアクセス位置が連続又は同一になるような位置を、読み出しキュー3651の末尾から順番に探していく。読み出し順序決定部3630は、かかるアクセス位置が連続又は同一になるような位置を見つけると、当該位置を新たな仮決め位置として、読み出し要求をつなぐ（ステップS3904）。読み出し順序決定部36

30は、ステップS3904が終了すると、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、第2の重み時間の総和を計算させる（ステップS3905）。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0328

【補正方法】変更

【補正内容】

【0328】許容遅延管理部3660は、この通知に回答して、内部に保持する許容遅延情報リスト（図38参照）を一時的に更新する。このとき、許容遅延管理部3660は、まず、到着した読み出し要求についての重み時間を、上式（5）に基づいて算出し、当該要求の到着時刻に加算して終了予定時刻を算出し、さらに、当該重み時間及び終了予定時刻を許容遅延情報リストに記入する。その後、許容遅延管理部3660は、到着した読み出し要求を仮決め位置の直後につながる読み出し要求のみについて重み時間を算出し直す。これは、到着した読み出し要求が仮決め位置に割り込むこととなるので、この直後につながる読み出し要求についての重み時間を算出する際のパラメータの1つである $f(d)$ が変わるからである。さらに、許容遅延管理部3660は、到着した読み出し要求よりも後ろにつながる読み出し要求について、終了予定時刻を算出し直す。これは、到着した読み出し要求が仮決め位置に割り込むこととなるので、当該要求の重み時間分、当該要求よりも後ろにつながる読み出し要求の終了予定時刻が遅れるからである。許容遅延情報管理部3660は、上述した一時的な更新が終了すると、現時点で、読み出しキュー3651につながる読み出し要求すべての重み時間を加算し、重み時間の総和（第2の重み時間の総和）を保持する。許容遅延管理部3660は、第2の重み時間の総和を求めると、その旨を読み出し順序決定部3630に通知する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0329

【補正方法】変更

【補正内容】

【0329】読み出し順序決定部3630は、この通知を受け取ると、現在、許容遅延情報管理部3660が保持している第1及び第2の重み時間の総和を取り出して比較し（ステップS3906）、第2の重み時間の総和が第1の重み時間の総和以上であると判断すると、ステップS3909（後述）に進む。読み出し順序決定部3630は、第2の重み時間の総和が第1の重み時間の総和よりも小さいと判断すると、ステップS3907に進む。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0330

【補正方法】変更

【補正内容】

【0330】次に、読み出し順序決定部3630は、一時的に更新された許容遅延情報リストを参照して、現時点で読み出しキュー3651につながれている読み出し要求それぞれについて、終了予定時刻が並べ替え制限時刻内に収まるか否かを調べる（ステップS3907）。読み出し順序決定部3630は、すべての終了予定時刻が並べ替え制限時刻内に収まると判断すると、ステップS3904で仮決めした位置を、到着した要求がつながれる位置と最終的に決める（ステップS3908）。一方、読み出し順序決定部3630は、いずれか1つの要求でも終了予定時刻が並べ替え制限時刻内におさまらないと判断すると、読み出しキュー3651における新たな仮決め位置から、到着した読み出し要求をはずし、最後尾につなぐ（ステップS3909）。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0331

【補正方法】変更

【補正内容】

【0331】読み出し順序決定部3630は、ステップS3908又はS3909を終了すると、その旨をコマンド発行処理部3670に通知し、許容遅延情報リストを更新させ、保持させる（ステップS3910）。次に、読み出し順序決定部3630は、到着した読み出し要求を読み出しキュー3651につないだ旨を、コマンド発行処理部3911に通知する。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0332

【補正方法】変更

【補正内容】

【0332】なお、上述では、読み出し順序決定部3630についてのみ説明したが、書き込み順序決定部3640もまた、同様の仮決めアルゴリズムを持っており、上述と同様の方法で、到着した書き込み要求を書き込みキュー3652につなぐ。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0334

【補正方法】変更

【補正内容】

【0334】まず、読み出し順序決定部3630は、読み出し要求を要求受け付け部3620から受け取ると（ステップS4001）、読み出しキュー3651の最後尾につながれている要求をサンプル要求として設定する（ステップS4002）。次に、読み出し順序決定部3630は、サンプル要求の直後に、受け取った読み出

し要求を一時的につなぎ（ステップS4003）、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、重み時間の総和を計算させる（ステップS4004）。許容遅延管理部3660は、この通知に応答して、内部に保持する許容遅延情報リスト（図38参照）を一時的に更新する。このとき、許容遅延管理部3660は、まず、到着した読み出し要求についての重み時間を、上式（5）に基づいて算出し、当該要求の到着時刻に加算して終了予定時刻を算出し、さらに、当該重み時間及び終了予定時刻を許容遅延情報リストに記入する。そして、許容遅延管理部3660は、読み出しキュー3651につながれる読み出し要求すべての重み時間を加算し、重み時間の総和を保持する。許容遅延管理部3660は、第1の重み時間の総和を求めると、その旨を読み出し順序決定部3630に通知する。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0335

【補正方法】変更

【補正内容】

【0335】読み出し順序決定部3630は、この通知を受け取ると、サンプル要求を読み出しキュー3651の先頭につながれている要求か否かを調べ（ステップS4005）、先頭につながれていないと判断すると、現在のサンプル要求の直前につながれている要求を新たなサンプル要求と設定する（ステップS4006）。この後、読み出し順序決定部3630は、ステップS4003に戻り、新たに設定したサンプル要求に基づいて、上述したステップS4003～S4005を実行する。つまり、読み出し順序決定部3630は、読み出しキュー3651につながれている読み出し要求を最後尾から順次的にサンプル要求とし、各読み出し要求の直後に、新たに到着した読み出し要求を一時的につなぎ、その位置につないだ場合の重み時間の総和をそれぞれ算出する。読み出し順序決定部3630は、ステップS4003～S4005を、新たな要求が到着する以前に読み出しキュー3651につながれている読み出し要求の個数に相当する回数、繰り返す。この後のステップS4005で、読み出し順序決定部3630は、サンプル要求が読み出しキュー3651の先頭につながれている要求であると判断するので、ステップS4007に進む。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0336

【補正方法】変更

【補正内容】

【0336】次に、読み出し順序決定部3630は、許容遅延管理部3660が保持している重み時間の総和を取りだし、これらの中から最小の重み時間の総和を選択し、当該最小値に対応する位置を仮決め位置とし、受け

取った読み出し要求をつなぎ（ステップS4008）、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、許容遅延リストを一時的に更新させる（ステップS4009）。許容遅延管理部3660は、この通知に回答して、内部に保持する許容遅延情報リスト（図38参照）を一時的に更新する。このとき、許容遅延管理部3660は、まず、到着した読み出し要求についての重み時間を、上式（5）に基づいて算出し、当該要求の到着時刻に加算して終了予定時刻を算出し、さらに、当該重み時間及び終了予定時刻を許容遅延情報リストに記入する。許容遅延管理部3660は、許容遅延情報リストの記入が終了すると、その旨を読み出し順序決定部3630に通知する。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0337

【補正方法】変更

【補正内容】

【0337】読み出し順序決定部3630は、この通知に回答して、一時的に更新された許容遅延情報リストを参照して、現時点で読み出しキュー3651につながれている読み出し要求それぞれについて、終了予定時刻が並べかえ制限時刻内に収まるか否かを調べる（ステップS4010）。読み出し順序決定部3630は、すべての終了予定時刻が並べ替え制限時刻内におさまると判断すると、ステップS4008で仮決めした位置を、到着した要求が読み出しキュー3651においてつながれる位置と、最終的に決める（ステップS4010）。次に、読み出し順序決定部3630は、到着した要求をつなぐ位置を最終的に決めると、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、ステップS4009で一時的に更新させた許容遅延情報リストを保持させる（ステップS4012）。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0338

【補正方法】変更

【補正内容】

【0338】読み出し順序決定部3630は、ステップS4010で、いずれか1つの要求でも終了予定時刻が並べ替え制限時刻内におさまらないと判断すると、受け取った要求を、ステップS4008でつないだ位置からはずし、読み出しキュー3651の最後尾につなぎ（ステップS4013）、その旨を許容遅延管理部3660に通知し、許容遅延情報リストを更新し、保持させる。（ステップS4014）。読み出し順序決定部3630は、ステップS4012又はS4014を終了すると、その旨をコマンド発行処理部3670に通知する（ステップS4010）。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0339

【補正方法】変更

【補正内容】

【0339】なお、読み出し及び書き込み順序決定部3630及び3640は、他の順序決定アルゴリズムとして、読み出しキュー3651及び書き込みキュー3652に既に連続的につながれている要求が持つアクセス位置それぞれが連続又は同一であれば、受け取った要求を、当該連続的につながれている要求の間につなぐことを禁止し、かつ、当該読み出しキュー3651及び書き込みキュー3652において、なるべく先頭につなぐようにしてもよい。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0340

【補正方法】変更

【補正内容】

【0340】コマンド発行処理部3670は、読み出し又は書き込み順序決定部3630又は3640から要求が到着した旨を受け取ると、記憶デバイスへのコマンドの発行処理を行う。図41は、コマンド発行処理部3670において、コマンドを発行するキューを選択するためのアルゴリズムを示すフローチャートある。コマンド発行処理部3670では、まず、実行キュー3653を参照して、現時点で、記憶デバイス3610で処理中の要求が規定数未満であるかどうかを調査し（ステップ4101）、規定数未満になるまで待機する。コマンド発行処理部3670は、上記の規定数未満であると判断すると、書き込みキュー3652に書き込み要求がつながれているかどうかを調査し（ステップ4102）、書き込み要求が存在しないと判断すると、読み出しキュー3651に読み出し要求がつながれているかどうかを調査する（ステップS4103、なお、書き込み要求が存在する場合については後述する）。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0344

【補正方法】変更

【補正内容】

【0344】一方、コマンド発行処理部3670は、ステップS4107で、上記の使用容量がしきい値未満であると判断すると、許容遅延情報リストを参照して、書き込み優先時刻が現在時刻を超えている書き込み要求が存在するかどうかを調べ（ステップS4111）、書き込み優先時刻に達している書き込み要求が存在すると判断すると、上述したステップS4108及びS4109を実行する。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0353

【補正方法】変更

【補正内容】

【0353】また、本記憶デバイス制御装置3600は、読み出し及び書き込み順序決定部3630及び3640を別々に設け、読み出し要求についての読み出しが終了すると予想される時刻が、予め定められた制限時刻に間に合う範囲で、書き込み要求をコマンドとして発行するようにしている（図41；ステップS4113）。そのため、本記憶デバイス制御装置3600は、読み出し及び書き込み要求が混在する場合に、書き込むべきデータを記憶デバイスの使用効率を向上させつつ、記憶デバイス3610から読み出されるデータのリアルタイム性を保証できる。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る記憶デバイス制御装置及びその周辺装置の構成を示すブロック図である。

【図2】位置情報管理部1（図1参照）の構成を示すブロック図である。

【図3】空き領域管理部11（図2参照）が持つ空き領域リストを示す図である。

【図4】アドレス位置ファイル作成部12（図2参照）がアドレス位置ファイルを作成する際の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】アドレス位置ファイル管理部13（図2参照）が持つアドレス位置リストを示す図である。

【図6】要求制御部4（図1参照）の詳細なブロック構成を示す図であり、さらに、位置情報管理部1や記憶デバイス2等との接続関係を示す図である。

【図7】優先度管理部41（図6参照）を説明するための図である。

【図8】キュー入力部42（図6参照）に入力する読み出し要求又は書き込み要求を3種類のうちのいずれかのキューに格納するための規則を説明するための図である。

【図9】キュー管理部43（図6参照）が持つキュー管理リストを示す図である。

【図10】許容遅延管理部44（図6参照）を説明するための図である。

【図11】最優先要求が入力する場合における、キュー入力部42（図6参照）の処理手順を示すフローチャートである。

【図12】優先要求が入力する場合における、キュー入力部42（図6参照）の処理手順を示すフローチャート

である。

【図13】バッファメモリ管理部45（図6参照）の詳細な構成を示すブロック図である。

【図14】コマンド発行処理部47（図6参照）の詳細な構成を示すブロック図である。

【図15】状態テーブル（図6参照）が保持する状態番号と、コマンド発行部471により選択されるキューとの関係を説明するための図である。

【図16】コマンド終了処理部48（図6参照）の詳細な構成を示すブロック図である。

【図17】記憶デバイス制御装置から状態テーブル46（図6参照）と、第1、第2及び第3状態テーブル更新部412、444及び453（図7、図10及び図13参照）とをなくした場合に、コマンド発行部471が、コマンド発行のためのキューを選択するために実行する処理手順を示すフローチャートである。

【図18】本発明に係る記憶デバイス管理システムの第1～第7の構成例を示すブロック図である。

【図19】第1、第3、第5～第7の構成例に係る記憶デバイス管理システム（図18参照）が管理対象とする記憶デバイス及びその周辺装置の構成例を示すブロック図である。

【図20】第1の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）の処理手順を示すフローチャートである。

【図21】第1の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図22】第2及び第4の構成例に係る記憶デバイス管理システム（図18参照）が管理対象とする記憶デバイス及びその周辺装置の構成例を示すブロック図である。

【図23】第2の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）の処理手順を示すフローチャートである。

【図24】第2の実施形態に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図25】第3の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）の処理手順を示すフローチャートである。

【図26】図25に示すステップS2505とS2506の処理が繰り返し実行されることによる、SCSI a～SCSI cの配置先計算値の遷移、及び、ステップS2507で選択される記憶デバイス1805を示す図である。

【図27】第3の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図28】第4の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）の処理手順を示すフローチャート

ャートである。

【図29】図28に示すステップS2805とS2806の処理が繰り返し実行されることによる、MSFS1及びMSFS2及びそれぞれについてのSCSIa～SCSIcの配置先計算値の遷移、並びに、ステップS2808で選択される記憶デバイス1805を示す図である。

【図30】第4の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図31】第5の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）の処理手順を示すフローチャートである。

【図32】第5の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図33】第6の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）の処理手順を示すフローチャートである。

【図34】第7の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）の処理手順を示すフローチャートである。

【図35】第7の構成例に係るアドレス位置ファイル作成部1803（図18参照）が作成する、アドレス位置ファイルの一例を示す図である。

【図36】本発明の第2の実施形態に係る記憶デバイス制御装置及びその周辺装置の構成を示すブロック図である。

【図37】キュー管理部3650（図36参照）が管理するキューの構造を概念的に示す図である。

【図38】許容遅延管理部3660（図36参照）が内部に保持する許容遅延リストを示す図である。

【図39】読み出し順序決定部3630又は書き込み順序決定部3640（図36参照）において、到着する読み出し要求又は書き込み要求がコマンドとして発行される順序を決めるための処理手順を示すフローチャートである。

【図40】読み出し順序決定部3630又は書き込み順序決定部3640（図36参照）において、到着する読み出し要求又は書き込み要求がコマンドとして発行される順序を決めるための他の処理手順を示すフローチャートである。

【図41】コマンド発行処理部3670（図36参照）において、どのキューにつながれている要求を取り出して、記憶デバイスに対してコマンドとして発行するかを決めるための処理手順を示すフローチャートである。

【図42】コマンド終了処理部3680（図36参照）において、記憶デバイス3610からコマンドの終了通知が到着した際に行われる処理手順を示すフローチャートである。

【図43】従来の記憶デバイス制御装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1…位置情報管理部
- 11, 1802…空き領域管理部
- 12, 1803…アドレス位置ファイル作成部
- 13…アドレス位置ファイル管理部
- 14…アドレス位置リスト参照部
- 15…ファイル書き込み要求出力部
- 2, 1805, 1807, 3610…記憶デバイス
- 3, 3620…要求受け付け部
- 4…要求制御部
- 41…優先度管理部
- 411…優先度情報管理部
- 412…第1状態テーブル更新部
- 42…キュー入力部
- 43, 3650…キュー管理部
- 44, 3660…許容遅延管理部
- 441…許容遅延情報管理部
- 442…優先読み出し許容時間最小値管理部
- 443…書き込みキュー先頭要求の処理時間管理部
- 444…第2状態テーブル更新部
- 45…バッファメモリ管理部
- 451…使用容量管理部
- 452…しきい値管理部
- 453…第3状態テーブル更新部
- 46…状態テーブル
- 47, 3670…コマンド発行処理部
- 471…コマンド発行部
- 472…第1許容遅延情報更新指示部
- 473…優先度情報更新指示部
- 48, 3680…コマンド終了処理部
- 481…終了通知受け付け部
- 482…次コマンド発行指示部
- 483…許容遅延情報補正指示部
- 484…第2許容遅延情報更新指示部
- 485…使用容量更新指示部
- 3630…読み出し順序決定部
- 3640…書き込み順序決定部
- 1801…構成管理部
- 1804, 1806…記憶デバイス制御装置

THIS PAGE BLANK (USPTO)